SHOUT
SHARE
IT

d1310. c.24.

S. 1310. c. 24.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DRITTER BAND.

DIE ABHANDLUNGEN VON DEN JAHREN 1837 BIS 43 ENTHALTEND.

MÜNCHEN.
AUF KOSTEN DER AKADEMIE.
1843.
GEDRUCKT IN DER I. GEORG WEISS'SCHEN BUCHDRUCKEREI

HISTO

Inhalt

Seite

1) Darstellung der Temperaturverhältnisse an der Oberfläche der Erde. Von Akademiker und Conservator Dr. *J. Lamont.* Mit 8 lithographirten Tafeln 1

2) Ueber die Anwendung der imaginären Zahlformen in der Geometrie. Von *Franz Moth*, k. k. Professor. Mit einer lithographirten Tafel 85

3) Ueber fossile Ueberreste von einem Affen und andern Säugethieren aus Griechenland. Von Prof. Dr. *Andr. Wagner.* Mit 1 lithographirten Tafel 151

4) Beschreibung einiger neuer Nager, welche auf der Reise des Herrn Hofraths von Schubert gesammelt wurden. Von Prof. Dr. *Andreas Wagner.* Mit 4 lithographirten Tafeln 2 — 4 . . 173

5) Plantarum novarum vel minus cognitarum, quae in horto botanico herbarioque regio servantur, fasciculus quartus. Descripsit Dr. *Jos. Ger. Zuccarini.* Cum tabulis lapidi incisis IX. . . 219

6) Beobachtungen über den bei der Elektrolyse des Wassers und dem Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität sich entwickelnden Geruch. Von *C. F. Schönbein* 255

7) Beiträge zur Kenntniss der Gattung Erythroxylon. Von Akademiker *C. Fr. Ph. von Martius.* Mit 10 lithographirten Tafeln 281

8) Vergleichende Darstellung des inneren Baues der Haare. Von Dr. *M. Erdl.* Mit 3 Stahlstichen 413

2

Seite

9) Ueber die Absorption der Salze durch gesunde, mit unverletzten Wurzeln versehene Pflanzen. Von Akademiker und Conservator *A. Vogel* 455

10) Untersuchungen über den Bau der Zähne bei den Wirbelthieren, insbesondere bei den Nagern. Von Dr. *M. Erdl.* Mit 2 Stahlstichen 483

11) Ueber die Darstellung des Curcumins, dessen chemische Eigenschaften und elementare Zusammensetzung. Von Dr. *A. Vogel jun.* 549

12) Beschreibung des für die Feuerwacht auf dem St. Petersthurme in München ausgeführten Pyroskops, von Dr. *C. Steinheil.* Mit 9 lithographirten Tafeln 561

13) Ueber die Natur des eigenthümlichen Geruches, welcher sich sowohl am positiven Pole einer Säule während der Wasserelektrolyse, wie auch beim Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen entwickelt. Von Prof. *Schönbein* in Basel . 587

14) Auseinandersetzung der specifischen Differenzen, durch welche sich die Hyaena brunnea von der Hyaena striata und crocuta in der Beschaffenheit des Schädels und Gebisses unterscheidet. Von Prof. Dr. *A. Wagner* Mit 1 Tafel. 607

15) Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem Maasse. Von dem Akademiker und Conservator *Lamont* 619

16) Resultate der magnetischen Beobachtungen in München während der dreijährigen Periode 1840, 1841, 1842. Von *J. Lamont* . 671

17) Ueber quantitative Analyse durch chemische Beobachtungen. Von Dr. *C. Steinheil* [illegible] 689

18) Plantarum, quas in Japonia collegit Dr. Ph. Fr. de Siebold genera nova, notis characteristicis delineationibusque illustrata proponunt Dr. *Ph. Fr. de Siebold* et Dr. *J. G. Zuccarini.* Fasciculus primus. Cum tab. lapidi incisis V. 717

19) Beiträge zur Morphologie der Coniferen. Von Dr. *J. G. Zuccarini.* Mit 5 lithographirten Tafeln 751

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DRITTER BAND.

MÜNCHEN.
AUF KOSTEN DER AKADEMIE.
1840.
GEDRUCKT IN DER MICH. LINDAUERSCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DRITTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG

DIE ABHANDLUNGEN VON DEN JAHREN 1837 BIS 1840 ENTHALTEND.

I.

Darstellung der Temperaturverhältnisse

an der

Oberfläche der Erde

von

dem Akademiker und Conservator

Dr. J. Lamont.

Darstellung der Temperaturverhältnisse
an der
Oberfläche der Erde;

von

J. Lamont.

§. 1.
Einleitung.

Die Temperatur der freien Luft an der Oberfläche der Erde hat eine ausgedehnte und mannigfaltige Wirksamkeit. Jeder Fortschritt im Wachsthume der *Pflanzen* erfordert eine gewisse Quantität Wärme und nur bis an gewisse Grenzen verträgt das Pflanzenleben die Veränderungen der Temperatur. Das Leben der *Thiere* ist theils durch ihre Nahrung, welche vom Pflanzenreiche mittelbar oder unmittelbar abhängt, theils durch ihren Körperbau ebenfalls an Temperaturverhältnisse geknüpft, und wo die nöthige Wärme fehlt, da ist auch der *möglichen* Ausbreitung der Thiergattungen eine Grenze gezogen. Am Mannigfachsten offenbart sich beim *Menschen* der Einfluss der Temperatur. Seine Lebensweise, Gewohnheiten und Sitten, Lebensbedürfnisse und Mittel zu ihrer Herbeischaffung hängen mehr oder minder genau mit den Temperaturverhältnissen zusammen.

In wie ferne man hoffen dürfe, einen Zusammenhang der Temperatur mit diesen Wirkungen so genau von sonstigen Einflüssen getrennt nachzuweisen, dass zwischen ihnen ein bestimmtes Verhältniss der Abhängigkeit hergestellt werden könne, darüber lässt die Unvollkommenheit der wenigen bisher angestellten Versuche keine vorläufige Entscheidung geben: jedenfalls ist die Wichtigkeit und Zweckmässigkeit der Untersuchung nicht in Abrede zu stellen.

Eine Bedingung, von welcher vorzugsweise der Erfolg der Untersuchung abhängen wird, ist die richtige Darstellung der Temperatur selbst durch einen mathematischen Ausdruck.

Man hat bisher als Ausdruck der Luftwärme überhaupt, oder der climatischen Temperatur eines Ortes die *mittlere Temperatur des Jahres* angenommen, obwohl man nicht verkennen konnte, wie ungeeignet das arithmetische Mittel der nach so verschiedenem Gesetze eintretenden Thermometergrade überhaupt sey, um den Wärmestand auszudrücken.

Orte von sehr verschiedenen Temperaturverhältnissen geben dasselbe arithmetische Mittel, indem die Grösse und die Folge der Veränderungen gänzlich verschwindet. Ein besonders nachtheiliger Umstand ist, dass hohe und tiefe Temperaturgrade im arithmetischen Mittel zu einer gemässigten Wärme sich verschmelzen, während in den wenigsten Fällen die Wirkungen in gleicher Weise zu einer mittlern Wirkung sich vereinigen. Ist das Leben einer Pflanze durch Kälte zerstört, so vermag die darauf folgende Hitze nicht, die Vegetation herzustellen, welche zu Stande gekommen wäre, hätte ununterbrochen eine mittlere Temperatur statt gefunden. Somit bleibt es unmöglich, zwischen dem jährlichen *arithmetischen Mittel* der Luftwärme und ihren Wirkungen ein Verhältniss herzustellen.

Diese Betrachtungen veranlassten mich, für die Temperatur der freien Luft andere Ausdrücke zu suchen, welche von solchen Mängeln frei, und insbesondere geeignet seyn möchten, mit den Wirkungen der Temperatur als Zahlengrössen in Verbindung gebracht zu werden. Das Resultat dieses Versuches bildet den Inhalt folgender Abhandlung.

Indem ich mir zur Aufgabe machte, die Temperatur so auszudrücken, wie sie den Wirkungen gegenüber gestellt werden sollte, musste ich eine bestimmte Wirkungsweise voraussetzen. Zur Erläuterung der Ansicht, wornach ich hier verfahren bin, hebe ich beispielsweise voraus eine einzelne Wirkung der Wärme, die *Expansion* der Körper, hervor.

Ein Körper dehnt sich aus bei zunehmender und zieht sich zusammen bei abnehmender Temperatur, und zwar geht diese Wirkung so vor sich, dass *gleichen* Aenderungen der Wärme auch *gleiche* Aenderungen des Volumens entsprechen. Indessen hat diese Progression ihre Grenzen und man gelangt bei immer wachsender, wie bei immer fallender Temperatur auf einen Grad, bei welchem eine Aenderung in der *Zusammensetzung* des Körpers statt findet. Unmittelbar vor dieser Aenderung tritt auch ein anderes Verhältniss der Ausdehnung ein, und die gleichmässige Ausdehnung, die bis dahin sich zeigte, hört auf. So geht das Quecksilber bei gehöriger Hitze in Dampf über, bei hinreichend tiefer Temperatur erstarrt es zu einer festen Masse; das Volumen aber dehnt sich unmittelbar vor diesen Uebergängen nach einem eigenthümlichen Gesetze aus. Um die Wirkung der Wärme auf das Volumen des Quecksilbers zu bestimmen, haben wir also zu untersuchen:

1) welche Zunahme des Volumens einer bestimmten Wärmezunahme (etwa der Zunahme von 1°) entspricht;

2) bei welchen Grenzen eine veränderte Form eintritt;

3) nach welchen Gesetzen die Ausdehnung sich richtet, wenn die Temperatur diesen Grenzen nahe kommt.

Die letztere Untersuchung ist nicht nur höchst schwierig, sondern findet auch weniger Anwendung als die beiden zuerst erwähnten Bestimmungen.

Was hier von der Ausdehnung gesagt wird, welche die Wärme hervorbringt, kann als allgemeiner Typus für die meisten zur mathematischen Behandlung geeigneten Wirkungen der Temperatur gelten. Eine Pflanze gedeiht schneller, wenn sie einer höhern, als wenn sie einer niedern Temperatur ausgesetzt wird, und zwar kann man, so weit die bisherige Erfahrung reicht, unbedenklich annehmen, dass die Temperaturerhöhung mit der Beschleunigung des Wachsthums in geradem Verhältnisse stehe. Indessen findet diess nur zwischen gewissen Grenzen statt, denn immer lässt sich ein Wärme- und ein Kältegrad angeben, die beide den Pflanzenorganismus zerstören. Beim animalischen Leben möchte die Förderung durch wachsende Temperatur wohl nur in seltenen Fällen sicher verfolgt werden können, immer aber sind die Grenzen bestimmbar, welche die Temperatur nicht überschreiten darf, ohne dem animalischen Leben schädlich zu werden.

Ich führe diese Betrachtungen, die auf viele Wirkungen der Wärme ausgedehnt werden könnten, nur beispielsweise an, um nachzuweisen, welche Form die Lehre der *Lufttemperatur im Freien* erhalten müsse, wenn sie mit ihren Wirkungen in ein mathematisches Verhältniss gestellt werden soll.

Da alle Wirkungen der Temperatur nur zwischen gewissen Grenzen einem und demselben Gesetze folgen, so wird es nothwendig seyn, die *Grenzen* der Luftwärme an jedem Orte und zwar nicht blos für die Periode eines Jahres, sondern für *jeden beliebigen Zeitraum* zu kennen.

Findet eine veränderliche Luftwärme während eines gegebenen Zeitraumes statt, und sind die Veränderungen nicht so gross, dass die Temperatur den Grenzen nahe käme, wo eine zerstörende Wirkung oder ein neues Gesetz einträte, so wird der Erfolg derselbe seyn, als wenn eine constante Wärme, welche dem arithmetischen Mittel der veränderlichen Wärme gleich wäre, denselben Zeitraum hindurch gedauert hätte, d. h. für diesen Fall steht die mittlere Temperatur des Zeitraumes mit der hervorgebrachten Wirkung in einfachem Verhältnisse. Es wird demnach von der Theorie gefordert werden können, dass sie *die mittlere Temperatur eines gegebenen Zeitraumes* finden lehre.

Es ist aber auch möglich, dass die Temperatur gegeben sey und die *Zeit* gesucht werde, wie lange diese Temperatur statt finde. Auch für diesen Fall muss die Theorie die entsprechenden Angaben liefern.

Man sieht, dass bei jeder Bestimmung zwei Elemente vorkommen, *Zeit* und *Thermometerhöhe,* indessen wird man in sehr vielen Fällen, und namentlich wo es um eine Classification des Clima oder der Wirkungen der Temperatur sich handelt, *ein* Element beseitigen können, indem man demselben nach Umständen einen unveränderlichen oder einen unbestimmten Werth beilegt. Dem bisherigen Verfahren zufolge würde man geneigt seyn, die Classification nach der *Thermometerhöhe* vorzunehmen, ich werde aber bei einer künftigen Gelegenheit zeigen, dass hier die *Zeit* noch bequemer eingeführt werden könne.

§. 2.

Was die Bestimmung der Temperatur so schwierig macht, ist der beständige Wechsel, dem sie unterliegt: jeder Tag des Jahres und jede Stunde des Tages führt eine Aenderung herbei. Ueberdiess zeigt jeder Ort seine entschiedenen Eigenthümlichkeiten, so dass es kaum zwei Orte giebt, welche dieselbe Temperaturfolge hätten.

Wäre für einen einzelnen Ort die Temperatur auszudrücken, so würde es am Geeignetsten seyn, aus der Beobachtung eine Interpellationsformel zu berechnen, welche, da es sich um eine periodische Grösse handelt, aus Sinussen und Cosinussen der veränderlichen Grösse (der Zeit) zusammengesetzt seyn müsste. Soll dagegen eine *allgemeine* Bestimmung erlangt werden, so muss man von den wirkenden Ursachen ausgehend auf theoretischem Wege einen Ausdruck gewinnen, der als *allgemeiner Typus* der Temperatur gelten kann. Alsdann sind diejenigen *Modificationen* anzugeben, welche den allgemeinen Typus zum Ausdrucke der Temperatur jedes einzelnen Ortes machen.

Die wirkende Ursache bei der Temperatur der Luft ist die Sonne: sie bedingt die tägliche und jährliche Periode des Thermometerganges. Ohne die veränderte Stellung der Sonne würde die Temperatur immerwährend constant bleiben: hierin liegt der Grund, dass für alle Orte, bei denen die Veränderungen der Sonnenstellung gleich sind, auch die Aenderungen der Temperatur nach demselben Gesetze *auf einander folgen:* nur *die Grösse* der Aenderungen wird nach der Localität verschieden seyn. Auf das Letztere beziehen sich demnach die Modificationen, wodurch der allgemeine Typus für einzelne Orte anwendbar gemacht wird.

Bei Bestimmung dieses allgemeinen Typus ist man in die Nothwendigkeit versetzt, die Constanten aus der Erfahrung abzuleiten, während vermöge des bedeutenden Einflusses der Localität die unmittelbare Beobachtung niemals den allgemeinen Typus darstellen kann. Ich habe hier die Betrachtung eingeführt, dass die Localität namentlich *die Höhe über die Meeresfläche, die Abdachung,* die *Nähe grosser Gebirge* oder *Gewässer* u. s. w. der Kugelgestalt der Erde gegenüber als *Zufälliges* zu rechnen sind, mithin, gleich den Beobachtungsfehlern astronomischer Messungen, aus dem *arithmetischen Mittel* einer langen Reihe von Bestimmungen nothwendig verschwinden werden. Diesem Grundsatze zufolge wird der allgemeine Typus der Temperatur für irgend einen Breitenkreis der Erde hervorgehen, wenn man eine hinreichende Zahl von Beobachtungen, die unter demselben an verschiedenen Orten gemacht sind, zusammensetzt.

§. 3.

Täglicher Gang der Wärme.

So wie die Sonne sich über den Horizont erhebt, so dringen ihre erwärmenden Strahlen durch die Atmosphäre der Erde und gelangen bis zur Oberfläche des Bodens.

Die Wärme, die an der Oberfläche erregt wird, geht theils in die Luft über, theils dringt sie in das Innere vor: dieser letztere Theil erhöht nach und nach die Temperatur der Erdkruste, der erstere Theil dagegen pflanzt sich in der Atmosphäre nach Oben fort und geht zuletzt in den Weltraum über.

Betrachten wir nun vorerst die Luftwärme, so erkennen wir zweierlei Art, in welcher sie von den Sonnenstrahlen erhöht wird: *erstens* theilen die Strahlen, während sie durch die Luft gehen, derselben unmittelbar Wärme mit, und erhöhen die Temperatur in der Zeiteinheit (als welche *die Stunde* uns gelten soll) um eine Grösse, die ich .. a .. nennen werde: *zweitens* kommt der Luft von der an der Erdoberfläche erregten Wärme ein Theil zu: und zwar lässt sich dieser Theil den bekannten Gesetzen der Wärme-Mittheilung gemäss durch

$$h\,(v' - v)$$

für die Zeiteinheit ausdrücken, wenn man mit ..v'.. die Wärme der Oberfläche und mit ..v.. die Luftwärme bezeichnet.

Andererseits verliert die Luft einen Theil ihrer Wärme durch den Strom, der unaufhörlich nach Oben geht; diesen Verlust bezeichne ich mit ..f. Hiernach wird für die Bewegung der Luftwärme folgende Differentialgleichung gelten:

$$\frac{dv}{dt} = a + h\,(v' - v) - f \quad \ldots\ldots \quad \text{I.}$$

Die Wärme, welche durch die Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche erregt wird, steht mit ihrer Menge, folglich dem Cosinus der Zenithdistanz . . z . . der Sonne in geradem Verhältnisse und kann durch

$$b \,.\, \cos z$$

ausgedrückt werden. Nennen wir die Wärmequantität, welche in das Innere strömt ..g.., so haben wir für v' die Gleichung

$$\frac{dv'}{dt} = b \cos z - h\,(v' - v) - g \quad \ldots \quad \text{II.}$$

Streng genommen hängen auch die Grössen f und g von v und v, ab: indessen habe ich hierauf nicht Rücksicht genommen, weil die Beobachtung zeigt, dass diese Abhängigkeit in dem täglichen Gange der Wärme keinen erheblichen Einfluss ausübt. Die Gleichungen I. und II. geben

$$\frac{dv + dv'}{dt} = a + b \cos z - f - g$$

Ersetzen wir ..$\cos z$.. durch ..$\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos mt$.., wo φ die geographische Breite, δ die Declination der Sonne und mt der Stundenwinkel ist, folglich die Zeit t vom wahren Mittage an gerechnet werden muss, so erhalten wir durch Integration

$$v' + v = C + (a - f - g + b \sin \varphi \sin \delta)\, t + \frac{b \cos \varphi \cos \delta}{m} \sin mt$$

Vermöge dieser Gleichung wird das Integral von I:

$$v = C' e^{-2ht} + \frac{\frac{1}{2}(a - f + g - b \sin \varphi \sin \delta) - Ch}{2\,h} + \tfrac{1}{2}(a - f - g + b \sin \varphi \sin \delta)\, t$$
$$+ \frac{2\,h\,b \cos \varphi \cos \delta}{m\,(4\,h^2 + m^2)} (h \sin mt - m \cos mt) \;\ldots\; \text{III.}$$

Hiernach hat man:

$$v' = C - C' e^{-2ht} - \frac{\frac{1}{2}(a - f + g - b \sin \varphi \sin \delta) - Ch}{2h} + \tfrac{1}{2}(a - f - g + b \sin \varphi \sin \delta)\, t$$
$$+ \frac{b \cos \varphi \cos \delta}{m} \left(\sin mt - \frac{2h^2}{4h^2 + m^2} \sin mt + \frac{2hm}{4h^2 + m^2} \cos mt\right) \;\ldots\; \text{IV.}$$

Man möchte vielleicht Anfangs geneigt seyn zu glauben, dass durch Beibehaltung der Coefficienten der Zeit in der vorhergehenden Form die Abhängigkeit derselben von φ und δ, d. h. von der geographischen Breite und von der Jahreszeit ermittelt werden könnte. Es ist jedoch auf diesem Wege kein Vortheil zu erzielen, weil auch die übrigen Grössen a, b, f, g, h, ebenfalls von φ und δ, und zwar nach einem theoretisch nicht zu ermittelnden Gesetze abhängen. Desshalb wird es am Geeignetsten seyn, sämmtlichen Coefficienten die einfachste Gestalt zu geben und aus den durch Beobachtung bestimmten Werthen derselben ihre Abhängigkeit von der geographischen Breite und der Jahreszeit zu untersuchen.

Als einfachste Gestalt der obigen Gleichungen kann man folgende annehmen:

$$v = l + pt + q\cos(mt + \varepsilon) \quad \ldots \quad \mathrm{V}$$
$$v' = l' + p't + q'\cos(mt + \varepsilon') \quad \ldots \quad \mathrm{VI}$$

wobei vorausgesetzt wird, dass die Exponentialgrössen in Reihen aufgelöst worden, mit Vernachlässigung der höhern Potenzen von h.

Die erstere Gleichung stellt den Gang der Luftwärme vor, so lange die Sonne über dem Horizont sich befindet. Ist die Sonne untergegangen, so tritt ein neues Verhältniss ein: die vorhandene Wärme vertheilt sich und die Temperatur kehrt während der Nacht (wenn man ausschliesslich die 24 stündige Periode betrachtet) zu demjenigen Stande zurück, vom welchem sie am Morgen des vorhergehenden Tages ausgegangen war. Das nächtliche Sinken des Thermometers theoretisch zu untersuchen würde überflüssig seyn, da es dem bekannten Gesetze des Erkaltens zufolge durch eine einfache Exponentialfunction der Zeit ausgedrückt wird. Und selbst anstatt dieser Form darf, wie die genauere Prüfung der Umstände und der beobachtete Erfolg nachweisen, das Verhältniss eines *gleichförmigen* Sinkens (die erste Stunde nach Sonnenuntergang ausgenommen) eingeführt werden.

Wir hätten nun die Coefficienten der täglichen Periode zu untersuchen und wollen desshalb zuerst die Ergebnisse der Beobachtung zusammenstellen.

§. 4.

Täglicher Gang der Wärme nach der Beobachtung.

Mit dem Aufgang der Sonne fängt das Thermometer zu steigen an: in den ersten Nachmittagsstunden erreicht es seinen höchsten Stand und sinkt wieder bis zum folgenden Morgen. Demnach muss nothwendiger Weise der niedrigste Stand zur Zeit des Sonnenaufgangs eintreten, und wenn bisweilen Abweichungen von diesem Gesetze sind beobachtet worden, so kann der Grund davon nur in zufälligen Veranlassungen oder in örtlichen Verhältnissen gesucht werden.

Die Grösse, um welche das Thermometer steigt von Sonnenaufgang bis zur Zeit des Maximums ist für alle Orte und alle Jahreszeiten verschieden. Folgende Grössen sind an der hiesigen Sternwarte beobachtet worden.

Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Tages-Temperatur, beobachtet an der k. Sternwarte bei München.

Jahrgang	1833	1834	1835	1836	1837	Mittel
Jan.	3°,23	2°,28	2°,41	3°,06	2°,55	2°,71
Febr.	4,19	5,20	3,93	2,84	4,79	4,19
März	5,97	5,07	4,14	5,94	5,58	5,34
Apr.	4,30	7,22	6,28	5,32	6,29	5,88
Mai	8,70	8,80	7,21	4,93	5,69	7,07
Juni	7,35	8,91	8,28	6,94	6,83	7,66
Juli	5,39	8,48	9,44	8,06	7,04	7,68
August	5,18	7,54	6,06	5,18	7,17	6,29
Sept.	5,32	9,42	7,33	4,47	5,62	6,43
Oct.	6,11	6,88	4,21	5,51	4,85	5,51
Nov.	2,76	4,48	3,69	3,03	1,83	3,16
Dec.	1,49	2,39	2,45	1,47	2,14	1,99

Ich habe gefunden, dass diese Unterschiede nahezu der Tageslänge proportional angenommen werden dürfen; denn wenn man die Mittel für die einzelnen Monate durch die Tageslänge (in Stunden) dividirt, so ergeben sich folgende Quotienten:

Unterschied des täglichen grössten und kleinsten Thermometerstandes durch die Tageslänge dividirt.

	°
Jan.	0,31
Febr.	0,41
März	0,45
Apr.	0,43
Mai	0,47
Juni	0,48
Juli	0,49
Aug.	0,44
Sept.	0,51
Oct.	0,51
Nov.	0,34
Dec.	0,22

Ich habe oben die einzelnen Jahrgänge angeführt, um die bedeutenden Abweichungen hervorzuheben, welche an verschiedenen Jahren sind beobachtet worden: in der That geht der Einfluss zufälliger Störungen bisweilen über die Hälfte des gesuchten Betrages.

Berücksichtigt man diesen Umstand, so wird die Uebereinstimmung der obigen Quotienten genügend zum Beweise dienen, dass die Hypothese, die ich angenommen habe, sich wenig von der Wahrheit entfernt.

Folgende analoge Angaben, die in Centesimalgraden ausgedrückt sind, werden das Gesagte bestätigen:

Monate	Palermo	Padua	Genf	Paris	Brüssel	London	Jemteland
Jan.	0°,53	0°,38	0°,47	0°,45	0°,62	0°,59	0°,38
Febr.	0,57	0,39	0,45	0,53	0,55	0,61	0,55
März	0,60	0,39	0,55	0,59	0,59	0,61	0,73
April	0,47	0,40	0,58	0,69	0,61	0,65	0,49
Mai	0,56	0,52	0,60	0,62	0,67	0,63	0,47
Juni	0,55	0,43	0,67	0,61	0,64	0,61	0,42
Juli	0.57	0,63	0,69	0,61	0,67	0,61	0,40
Aug.	0,58	0,64	0,70	0,66	0,67	0,67	0,45
Sept.	0,60	0,55	0,68	0,77	0,67	0,73	0,47
Oct.	0.62	0,41	0,66	0,69	0,68	0,71	0,39
Nov.	0,59	0,55	0,62	0,53	0,65	0,67	0,31
Dec.	0,53	0,48	0,61	0,48	0,63	0,64	0,40

Vergleicht man mit einander die Quotienten, welche für Orte von verschiedener Breite gefunden werden, so lässt sich kein Zusammenhang mit der Breite nachweisen: die Differenzen scheinen ausschliessend örtlich zu seyn, und ich werde desshalb den früher entwickelten Grundsätzen zufolge das Oertliche dadurch zu eliminiren suchen, dass ich das arithmetische Mittel aus den Bestimmungen vieler Orte berechne. Dabei lege ich den Bestimmungen der einzelnen Monate nicht gleichen Werth bei, sondern nehme an, dass die Sicherheit der Bestimmung in demselben Verhältnisse, wie die Tageslänge zunehmen. Dieses Verfahren ist für die Berechnung sehr bequem, weil man nur die zwölf Extrem-Unterschiede, welche den zwölf Monaten entsprechen, zusammen zu addiren und durch die Summe der Tageslängen zu dividiren hat, um den Mittelwerth für das ganze Jahr zu finden. Folgende Zusammenstellung enthält solche Summen, wie sie aus den Beobachtungen verschiedener Orte abgeleitet worden sind. Sämmtliche Angaben sind nach Centresimalgraden ausgedrückt.

	°
Colombo . .	22,5
Trincomalee .	39,4
Calcutta . . .	44,5
Peissenberg .	51,5
Moscau . .	55,7
Rom	57,1
Enontekis .	58,9
St. Bernhard	68,7
Jemteland .	69,1
Padua . . .	71,4
München . .	79,9
Palermo . .	82,2
Avignon . .	82,8
Paris . . .	89,8
Genf . . .	90,1
London . .	94,1
Cobbe . .	97,8
Couca . .	98,6
Seringapatam	185,2

Aus diesen Angaben, welche den grossen Einfluss der Localität auffallend nachweisen, habe ich als Mittelwerth berechnet, dass man den Unterschied der höchsten und niedrigsten Temperatur erhalte, wenn man die Tageslänge (in Stunden ausgedrückt) mit 0°,41 (Réaumur) multiplicirt.

So verschieden die tägliche Erhebung des Thermometers ist, so verschieden würde höchst wahrscheinlich auch die Zeit seyn, wo es seine grösste Höhe erreicht: indessen besitzen wir über diesen Punkt sehr wenige Bestimmungen. Im Allgemeinen scheint es, dass etwa zwei Stunden nach der Culmination der Sonne das

Maximum der Wärme eintritt. Ich werde auf diese Bestimmung indessen wenig Gewicht legen, weil die Zwecke der Temperatur-Berechnung, die ich jetzt vornehme, nicht so fast auf die Zeit des Eintrittes als auf die Dauer eines Wärmegrades sich beziehen: auf die letztere Bestimmung hat aber eine geringe Verrückung des Culminationspunctes wenig Einfluss.

Nach der Culmination fängt das Thermometer zu sinken an und erreicht im Augenblicke des Sonnenunterganges einen Stand, welcher, der gewöhnlichen Annahme zufolge, das arithmetische Mittel seyn sollte zwischen der grössten und kleinsten Wärme des Tages. In der That weicht die Hypothese nicht weit von der Wahrheit ab: die Abweichungen zeigen aber einen zu regelmässigen Gang, als dass sie für zufällig gehalten werden dürften.

Grösse, welche zur Temperatur bei Sonnenuntergang hinzuzufügen wäre, um diese dem Mittel aus der grössten und kleinsten Temperatur des Tages gleich zu machen.

	Padua	Leith	München	
			1836	1837
Jan.	— 0°,9	— 0°,6	— 0°,5	— 0°,4
Febr.	— 0,9	— 1,1	— 0,4	— 0,5
März	— 1,2	— 0,9	— 0,5	— 0,8
April	— 1,2	— 1,2	— 0,5	— 1,0
Mai	— 0,2	— 0,6	— 0,9	— 0,2
Juni	+ 0,3	+ 1,0	+ 0,2	— 0,1
Juli	+ 0,5	— 0,3	— 0,4	—
Aug.	— 0,2	— 0,5	— 0,4	— 0,7
Sept.	— 0,6	— 0,7	— 0,6	— 0,8
Oct.	— 0,6	— 0,3	— 1,0	— 0,8
Nov.	— 0,4	— 0,4	— 0,6	— 0,2
Dec.	— 0,7	— 0,2	— 0,1	— 0,6

Nach Sonnenuntergang sinkt das Thermometer ununterbrochen bis zum folgenden Morgen: der Betrag des nächtlichen Sinkens würde also, wenn die eben vorhin erwähnte Hypothese für die Abendtemperatur gültig wäre, der Hälfte des Unterschiedes zwischen den täglichen Extremen gleich seyn.

Das nächtliche Sinken des Thermometers hat seinen Grund darin, dass die während des Tages angesammelte Wärme sich wieder vertheilt, und zwar, wie die Beobachtung ergeben hat, ziemlich gleichförmig. Die nächtliche Bewegung des Thermometers folgt demnach einem ganz andern Gesetze als die tägliche Bewegung: der Uebergang von dem einen Gesetze zum andern würde bei Sonnenuntergang plötzlich geschehen, wenn Ursache und Wirkung gleichzeitig einträten: Die Erfahrung zeigt indessen, dass die volle Wirkung immer etwas später erfolgt, und demnach etwa eine Stunde nachdem die erwärmende Kraft der Sonne aufgehört hat, das gleichförmige Sinken des Thermometers sich einstellt.

§. 5.

Bestimmung der Constanten der täglichen Periode aus der Beobachtung.

Was nun hier als Resultat der Erfahrung dargestellt ist, werde ich zur Bestimmung der Constanten in der Gleichung V. anwenden.

Es sey μ das Mittel zwischen der grössten und kleinsten Temperatur des Tages, so kann man die grösste Temperatur durch

$$\mu + \tfrac{1}{2}\,k\tau$$

die kleinste Temperatur durch

$$\mu - \tfrac{1}{2}\,k\tau$$

vorstellen, wo τ die halbe Tageslänge und $\frac{1}{2}$ k eine Constante bedeutet, für welche wir in dem vorhergehenden §.4 den Werth 0°,41 gefunden haben.

Die Temperatur bei Sonnenuntergang kann man mit

$$\mu + \zeta$$

bezeichnen, wo ζ immer eine kleine Grösse ist.

Unsere Formel giebt für die hier bemerkten Zeiten die entsprechende Temperatur, wenn man für t die Werthe ϑ (Zeit des Maximums) — τ (für Sonnenaufgang) und + τ (für Sonnenuntergang) substituirt. Hieraus entstehen die Gleichungen:

$$l + p\vartheta + q \cos (m\vartheta + \varepsilon) = \mu + \tfrac{1}{2} k\tau \quad \ldots \quad (1)$$
$$l - p\tau + q \cos (m\tau - \varepsilon) = \mu - \tfrac{1}{2} k\tau \quad \ldots \quad (2)$$
$$l + p\tau + q \cos (m\tau + \varepsilon) = \mu + \zeta \quad \ldots \quad (3)$$

Ueberdiess gilt für die Zeit des Maximums die Gleichung

$$p - qm \sin (m\vartheta + \varepsilon) = o \quad \ldots \quad (4)$$

Die Gleichungen (2) und (3) geben

$$l + q \cos m\tau \cos \varepsilon = \mu + \tfrac{1}{2} \zeta - \tfrac{1}{4} k\tau$$
$$p\tau - q \sin m\tau \sin \varepsilon = \tfrac{1}{2} \zeta + \tfrac{1}{4} k\tau$$

Die Gleichungen (1) und (4) geben mit Vernachlässigung der höhern Potenzen von ϑ und ε

$$l + q + \tfrac{1}{2} \frac{p^2}{qm} - p\varepsilon = \mu + \tfrac{1}{2} k\tau$$

Hieraus liessen sich sämmtliche Constanten unserer Gleichung V. ableiten mit Ausnahme der Grösse ε, und diese werde ich in der Folge = o annehmen. Dadurch wird allerdings die Zeit des Maximums früher gestellt, als sie die Beobachtung wenigstens in unsern Gegenden giebt: übrigens rechtfertigt sich die Annahme nicht blos durch die Betrachtung, die S. 17 berührt worden, sondern stimmt auch mit der Gleichung III. überein, wenn man bedenkt, dass die Wärme, welche an der Erdoberfläche erregt wird, nur langsam in die Luft übergeht, mithin h als eine kleine Grösse anzusehen ist, deren höhere Potenzen vernachlässiget werden dürfen.

Unsern Formeln zufolge hängt die Zeit des Maximums von der Länge des Tages ab, und zwar ergeben sich folgende Werthe:

Halbe Tagslänge.	Zeit des Maximums.
1. Stunde	12^h $10'$ Mittags.
2.	12 22
3.	12 30
4.	12 38
5.	12 45
6.	12 50
7.	12 54
8.	12 57
9.	12 58
10.	12 59
11.	1 0

Wir haben oben gesehen, dass sich die Grösse ε bisweilen auf 1^c erhebt, und eine unverkennbare Abhängigkeit von der Jahreszeit kund giebt: da mir indessen nicht Data genug bekannt waren, um in dieser Beziehung eine feste Norm aufzustellen und das Oertliche vom Allgemeinen zu trennen, so hielt ich für geeigneter, die ganze Grösse zu den Localgleichungen zu rechnen, mithin bei dem allgemeinen Typus der täglichen Oscillationen zu übergehen.

Demnach erhält man

$$p = \tfrac{1}{4}\,k$$
$$q = \tfrac{1}{4}\,\frac{k}{m \sin \vartheta}$$
$$l = \mu - \tfrac{1}{4}\,k\tau - \tfrac{1}{4}\,\frac{k \cos m\tau}{m \sin m\vartheta}$$

und folglich

$$v = \mu + \tfrac{1}{4}\,k\left(t - \tau + \frac{\cos mt - \cos m\tau}{m \sin m\vartheta}\right)$$
$$= \mu + \tfrac{1}{4}\,k\left(t - \tau + [3\tau - \vartheta]\,\frac{\cos mt - \cos m\tau}{\cos m\vartheta - \cos m\tau}\right)$$
$$= \mu + \tfrac{1}{4}\,k\,F$$

Den bisherigen Annahmen zufolge sinkt das Thermometer während der Nacht um $\frac{1}{2}\,k\tau$ und zwar so, dass gleichen Zeiten gleiche Temperaturabnahme entspricht. Demnach wird für die Nacht

$$v = \mu - \frac{\frac{1}{2}\,k\tau}{24 - \tau}\,t$$

wo t von Sonnenuntergang zu rechnen ist. Auch dieser Ausdruck lässt sich unter die oben gebrauchte Form

$$v = \mu + \tfrac{1}{4}\,k\,F$$

bringen. Der Factor F hängt von der Tageslänge und der Zeit des Tages ab: mit diesen zwei Argumenten findet man in der Tafel, welche am Ende dieses §. steht, die entsprechenden Werthe desselben.

Wir haben in unserer Gleichung die Grösse μ noch zu bestimmen, welche der mittlern Temperatur des Tages sehr nahe kommt. Wird nämlich als mittlere Temperatur das arithmetische Mittel aus den Thermometerständen der 24 Stunden genommen, und dieses mit M bezeichnet, so ergeben sich für μ folgende Werthe:

Halbe Tageslänge	Werthe von μ
1. Stunde	$M + \frac{1}{4}$ k. 0,9
2. „	$M + \frac{1}{4}$ k. 1,4
3. „	$M + \frac{1}{4}$ k. 1,6
4. „	$M + \frac{1}{4}$ k. 1,5
5. „	$M + \frac{1}{4}$ k. 1,1
6. „	$M + \frac{1}{4}$ k. 0,4
7. „	$M - \frac{1}{4}$ k. 0,5
8. „	$M - \frac{1}{4}$ k. 1,5
9. „	$M - \frac{1}{4}$ k. 2,5
10. „	$M - \frac{1}{4}$ k. 3,9
11. „	$M - \frac{1}{4}$ k. 5,0

Die Ausdrücke, die ich bisher entwickelt habe, bezogen sich auf diejenige Luftschichte, welche der Erdoberfläche am nächsten steht: soll für eine entferntere Luftschichte der Gang der Temperatur gefunden werden, so muss man berücksichtigen *erstens*, dass die Wärme eine gewisse Zeit braucht, um in die entfernteren Luftschichten zu gelangen, *zweitens* dass sie auf ihrem Wege an Intensität verliert.

Betrachtet man auf eine geringe Ausdehnung von der Oberfläche der Erde an die Bewegung der Wärme als gleichförmig mit der Geschwindigkeit c fortschreitend und ist die Entfernung, in welcher die Temperatur gemessen wird $= x$, so muss in dem periodischen Gliede $\cos m t$, welches von der an der Erdoberfläche erregten Wärme herrührt, die Zeit t um $\frac{x}{c}$ vermindert werden. In dem Gliede $p t$ bleibt dagegen t unverändert.

Die Coefficienten p und q müssten der letztere wegen der Entfernung von der Erdoberfläche, der erstere wegen der Beschaffenheit der höheren Luftschichten eine Verminderung erhalten: für geringe Höhen ist jedoch der Betrag nicht bedeutend und man kann immerhin bei gehöriger Bestimmung von k und t' den Gang der Wärme durch den Ausdruck

$$v = \mu + \tfrac{1}{4} k \left[t - \tau + \frac{3\tau - \vartheta}{\cos m\vartheta - \cos m\tau} \left(\cos m(t - t') - \cos m(\tau - t') \right) \right]$$

darstellen. Unsere Tafel für den Factor F wird auch hier die Berechnung erleichtern, denn sucht man F mit dem Argument $t - t'$ auf, so ist

$$v = \mu + \tfrac{1}{4} k t' + \tfrac{1}{4} k F.$$

Tafel für den Factor F.

	Stunde	Halbe Tageslänge in Stunden										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vormittag	12	—1,0	—2,0	— 3,0	—4,0	— 5,0	— 6,0	— 7,0	— 8,0	— 9,0	—10,0	—11,0
	1	—1,1	—2,2	—3,3	—4,5	— 5,7	— 7,0	— 8,4	— 10,0	— 12,0	— 15,0	—22,0
	2	—1,2	—2,4	—3,6	—5,0	— 6,4	— 8,0	— 9,8	—12,0	—15,0	— 20,0	—18,4
	3	—1,3	2,6	—4,0	—5,5	— 7,1	— 9,0	—11,2	—14,0	—18,0	— 16,5	—15,7
	4	—1,4	—2,8	—4,3	—6,0	— 7,8	—10,0	—12,6	—16,0	—13,8	— 12,1	—11,3
	5	—1,5	—3,0	4,6	—6,5	— 8,5	—11,0	—14,0	—11,2	— 9,1	— 7,4	— 6,3
	6	— 1,6	—3,2	—5,0	—7,0	— 9,2	—12,0	— 8,8	— 6,2	— 4,0	— 2,3	— 1,0
	7	—1,6	— 3,4	—5,3	—7,5	—10,0	— 6,5	— 3,5	+ 1,1	+ 1,0	+ 2,8	+ 4,3
	8	—1,7	—3,6	—5,6	—8,0	— 4,3	— 1,2	+ 1,4	+ 3,7	+ 5,7	+ 7,6	+ 9,3
	9	— 1,8	—3,8	—6,0	—2,2	+ 0,9	+ 3,4	+ 5,8	+ 7,9	+ 9,9	+11,9	+13,7
	10	—1,9	—4,0	—0,3	+2,5	+ 5,0	+ 7,2	+ 9,4	+11,4	+13,4	+15,4	+17,3
	11	— 2,0	+1,2	+3,7	+5,8	+ 8,0	+10,0	+12,0	+14,0	+15,9	+18,0	+20,0
	12	+1,8	+3,6	+5,7	+7,6	+ 9,7	+11,6	+13,6	+15,5	+17,4	+19,5	+21,5
Nachmittag	1	0,0	+3,2	+5,7	+7,8	+10,0	+12,0	+14,0	+16,0	+17,9	+20,0	+22,0
	2	—0,1	0,0	+3,7	+6,5	+ 9,0	+11,2	+13,4	+15,4	+17,4	+19,4	+21,3
	3	—0,2	—0,2	0,0	+3,8	+ 6,9	+ 9,4	+11,8	+13,9	+15,9	+17,9	+19,7
	4	—0,3	—0,4	— 0,3	0,0	+ 3,7	+ 6,8	+ 9,4	+11,7	+13,7	+15,6	+17,3
	5	—0,4	— 0,6	—0,6	—0,5	0,0	+ 3,5	+ 6,5	+ 8,9	+11,0	+12,8	+14,3
	6	—0,5	—0,8	—1,0	—1,0	— 0,7	0,0	+ 3,2	+ 5,8	+ 8,0	+ 9,7	+11,0
	7	—0,5	—1,0	—1,3	—1,5	— 1,4	— 1,0	0,0	+ 2,8	+ 4,9	+ 6,6	+ 7,7
	8	—0,6	—1,2	—1,6	—2,0	— 2,1	— 2,0	— 1,4	0,0	+ 2,2	+ 3,8	+ 4,7
	9	—0,7	—1,4	—2,0	—2,5	— 2,8	— 3,0	— 2,8	— 2,0	0,0	+ 1,5	+ 2,3
	10	—0,8	—1,6	—2,3	—3,0	— 3,5	— 4,0	— 4,2	— 4,0	— 3,0	0,0	+ 0,6
	11	—0,9	—1,8	—2,6	—3,5	— 4,2	— 5,0	— 5,6	— 6,0	— 6,0	— 5,0	0,0
	12	—1,0	—2,0	—3,0	—4,0	— 5,0	— 6,0	— 7,0	— 8,0	— 9,0	—10,0	—11,0

§. 6.

Berücksichtigung der Localität.

Es ist in §. 2 bemerkt worden, dass der Gang der Wärme (die *Folge* des Steigens und Fallens) durch örtliche Verhältnisse keine Unterbrechung oder Aenderung erleide, und dass der Einfluss der Localität darin bestehe, die *Grösse* des Steigens und Fallens zu modificiren. Allerdings giebt es auch Umgebungen, welche auf den Gang der Wärme Einfluss haben, namentlich dürfte hieher die Nähe grosser Gewässer zu rechnen seyn, welche regelmässig mit der Tageszeit eintreffende Windströmungen hervorbringen und so einen eigenthümlichen Wärmestand bedingen. Es wäre möglich, wenn der Zweck der Untersuchung solches erforderte, auch für diese Störung Localgleichungen zu finden: ich werde dieses jedoch gegenwärtig unterlassen, und nur den Localeinfluss, welcher die Constanten modificirt, berücksichtigen.

Der Unterschied der täglichen Temperaturextreme ändert sich, wie wir in §. 4 gesehen haben, nach der Lage des Ortes so beträchtlich, dass er bei gleicher Tageslänge an einem Orte wohl zehenmal grösser seyn kann als an einem andern. Desshalb muss bei Anwendung der vorhergehenden Formeln die Grösse ..k.. für jeden Ort eigens bestimmt werden.

Bekanntlich verbreitet sich in der Luft die Wärme hauptsächlich durch die Bewegung, welche eine Mischung der wärmeren und kälteren Theile hervorbringt. So wie nun die Luftbewegung in hohem Maasse von der Oertlichkeit, vorzugsweise von umgebenden Gebirgen oder Gewässern abhängt, so muss auch das Thermometer eine entsprechende Modification nachweisen. Wahrscheinlich wird hierin zum grossen Theile die Verschiedenheit der Werthe von ..k.. bedingt seyn: ein unmittelbar damit zusammenhängender

Einfluss ist das *frühere* oder *spätere* Eintreten des *Maximums* der täglichen Wärme. Diesen Umstand können wir, wie am Ende des vorhergehenden §. gezeigt worden, dadurch berücksichtigen, dass wir zu der Zeit ..t.. in dem periodischen Gliede eine Constante hinzufügen.

Uebrigens werde ich in den spätern Untersuchungen auf die Zeit des Maximums, in so ferne sie von der Localität abhängt, keine weitere Rücksicht nehmen, weil sie mit der Dauer eines Temperaturgrades keinen Zusammenhang hat.

Zur Beurtheilung der Uebereinstimmung unserer Formeln mit der Beobachtung füge ich hier ein Paar Vergleichungen bei.

Täglicher Gang der Temperatur im Monat Julius nach den Beobachtungen von Chiminello mit der Theorie verglichen.

Stunde	Fehler der Formel	Stunde	Fehler der Formel
12ʰ Mitternacht	0°,0	12ʰ Mittag	− 0°,7
1 „	+ 0,2	1 „	− 0,4
2 „	+ 0,5	2 „	− 0,1
3 „	+ 0,7	3 „	+ 0,2
4 Morgens	+ 1,1	4 „	+ 0,1
5 „	+ 0,4	5 „	+ 0,5
6 „	+ 0,1	6 „	+ 0,2
7 „	+ 0,3	7 „	+ 0,1
8 „	+ 0,2	8 Abend	− 1,0
9 „	0,0	9 „	− 0,9
10 „	− 0,6	10 „	− 0,4
11 „	− 0,8	11 „	− 1,3
12 Mittag	− 0,7	12 Mitternacht	0,0

Hiebei ist $k\tau = 9^\circ{,}4$ und $\mu = 26^\circ{,}0$ (Centesimalgrade) angenommen, die Zeit des Maximums aber ungeändert gelassen worden.

Als Fehler der Formel sind hier diejenigen Grössen bezeichnet, welche zu den berechneten Werthen hinzugefügt die Beobachtung darstellen.

Täglicher Gang der Wärme im Monat Junius beobachtet in Apenrade von Neuber und verglichen mit der Theorie.

Tageszeit	Fehler der Formel I.	Fehler der Formel II.
	°	°
7h Morgens	+ 0,1	+ 2,5
9 „	— 0,4	+ 1,3
11 „	— 1,0	— 0,1
12 „	— 1,2	— 0,7
1 „	— 1,1	— 1,0
3 „	+ 0,1	— 0,6
5 „	+ 1,8	+ 0,6
7 „	+ 2,0	+ 0,7
9 „	— 0,2	— 1,0
11 „	— 0,5	— 1,5

Hier ist in der mit I. bezeichneten Columne $\mu = 15^\circ{,}6$ und $k = 1^\circ{,}64$ angenommen: unter der Columne II. stehen die Differenzen, welche sich ergeben, wenn man die Zeit des Maximums um eine Stunde später annimmt, als sie nach der Tafel I. treffen würde, dann $k = 1^\circ{,}60$ und $\mu + \frac{1}{4} kt' = 15^\circ{,}6$ setzt. Uebrigens sind die Constanten nicht nach der Methode der kleinsten Quadrate gesucht worden: zum Theile dieser Umstand, zum Theile Localität und die Unsicherheit der beobachteten Werthe selbst machen die Uebereinstimmung wenig befriedigend.

Es muss überhaupt nicht ausser Acht gelassen werden, dass die besten Beobachtungsreihen, die wir über den täglichen Gang der Wärme besitzen und namentlich jene von Padua, Leith und Apenrade weit entfernt sind, eine Norm darzubieten, an welche man die Theorie möglichst genau anzuschliessen sich bemühen sollte. Berücksichtigt man die mächtige Einwirkung zufälliger Ursachen, welche im Stande ist, in den monatlichen Mitteln verschiedener Jahre Differenzen von zwei bis drei Graden (s. §. 4) hervorzubringen, so wird man Beobachtungsreihen, die kaum mehr als ein Jahr umfassen, nur einen geringen Grad von Sicherheit zuschreiben.

Uebrigens sind die täglichen Oscillationen des Thermometers, so wie sie gewöhnlich keinen grossen Betrag erreichen, auch da, wo die Wirkung der Wärme auf Wachsthum und ökonomische Einrichtungen betrachtet wird, von minderer Bedeutung, und man wird selten ein irriges Resultat erhalten, wenn man einen Mittelwerth des täglichen Ganges annimmt: nur in südlichen Himmelsstrichen, wo bei grosser Höhe über dem Meere die tägliche Bewegung des Thermometers sehr beträchtlich wird, zeigt sich ein entsprechender Einfluss auf die Natur.

§. 7.

Jährlicher Gang der Wärme.

Theoretischer Ausdruck des jährlichen Ganges der Wärme.

Die Wärme, welche durch die auffallenden Sonnenstrahlen erregt wird, theilt sich an der Erdoberfläche: ein Theil geht in die Luft über, ein Theil dringt in das Innere der Erde vor. Auf solche Weise gewinnt der Erdkörper selbst nach und nach eine

Wärmemenge, welche später an die Luft nach einem bestimmten Gesetze wieder abgegeben wird.

In so ferne kann denn auch die Erde als eine Wärmequelle für die Atmosphäre betrachtet werden; in ihrer Wirkung unterscheidet sie sich von der Sonne dadurch, dass ihre erwärmende Kraft nach den Jahreszeiten ungleich intensiv ihre Stellung gegen die Atmosphäre aber immer gleich ist, während bei der Sonne im Gegentheile die erwärmende Kraft sich gleich bleibt, die Lage aber sich ändert.

Dass die mittlere Temperatur der Tage im Sommer grösser ist als im Winter, hat seinen Grund in der Wärme, welche die Erde der Atmosphäre mittheilt: denn die Luft selbst ist nicht im Stande, die Wärme anzuhäufen oder dauernd zu behalten: was sie bei Tage gewinnt, verliert sie schnell wieder, wenn die Sonne verschwindet: würde demnach an der Oberfläche der Erde alle Wärme zurückgesendet, so gäbe es keine jährliche Periode in der mittlern Temperatur des Tages.

Dieser Ansicht gemäss haben wir also die Gesetze zu bestimmen, nach welchen im Laufe des Jahres die Erde ihre Wärme von der Sonne erhält und wieder abgiebt. Der Ausdruck für v' S. 11 von $t = -\tau$ bis $t = +\tau$ integrirt, giebt die Wärme, welche während eines Tages in das Innere der Erde eindringt: ich werde jedoch anstatt der Rechnung so durchzuführen und durch spätere Vernachlässigung den erhaltenen Ausdruck zu vereinfachen, so wie er vereinfacht werden müsste, um mit der Beobachtung verglichen zu werden, gleich Anfangs von einer Hypothese ausgehen, die zu einem einfachen Resultate führt. Sie besteht in Folgendem:

1) Das Verhältniss der an der Erdoberfläche erregten Wärme zu dem Theile, der in die Erde eindringt, ist *constant;*

oder von der erregten Wärme wird ein bestimmter aliquoter Theil in die Erde aufgenommen;

2) Von der in der Erde enthaltenen Wärme dringt unausgesetzt ein Strom durch die Oberfläche heraus, der in einem *constanten* Verhältnisse zu der inneren Wärme steht; oder von der in der Erde befindlichen Wärme geht ein bestimmter aliquoter Theil in die Luft über.

Man sieht, dass beide Sätze nur eine naturgemässe Modification der Leitungsfähigkeit des Bodens aussprechen.

Nach dem ersten Satze haben wir:

$$\frac{d v'}{d t} = \gamma \, b \cos z$$

wo γ eine Constante ist, die übrigen Bezeichnungen aber von §. 3 entlehnt sind. Das Integral auf die ganze Tageslänge ausgedehnt, wäre

$$2 \gamma \, b \left(\sin \varphi \sin \delta \, \tau + \cos \varphi \cos \delta \frac{\sin m \tau}{m}\right)$$

Dieses Resultat mit der Gleichung IV. §. 3 zusammengehalten stimmt vollkommen mit dem überein, was früher in Beziehung auf h bemerkt worden ist.

Während der Boden in diesem Maasse Wärme erhält, strömt ein aliquoter Theil . . . p W . . . der inneren Wärme W in die Luft über. Hiernach ergiebt sich für W folgende Gleichung:

$$\frac{d W}{d t} = \gamma b \left(\sin \varphi \sin \delta \tau + \cos \varphi \cos \delta \frac{\sin m \tau}{m}\right) - p W$$

Um die Integration auszuführen, ist es nothwendig, τ und δ

durch Functionen der Zeit t auszudrücken. Führen wir vorerst die gerade Aufsteigung der Sonne α ein, so ist

$$\cos m\tau = -\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\delta = -\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega \sin\alpha$$

wo ω die Schiefe der Ecliptik bedeutet. Daraus hat man

$$m\tau = \tfrac{1}{2}\pi + \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega \sin\alpha + \tfrac{1}{6}\operatorname{tg}^3\varphi \operatorname{tg}^3\omega \sin^3\alpha + \ldots.$$

ferner

$$\sin m\tau = \sqrt{1-\cos^2 m\tau} = 1 - \tfrac{1}{2}\operatorname{tg}^2\varphi \operatorname{tg}^2\omega \sin^2\alpha + \tfrac{3}{8}\operatorname{tg}^4\varphi \operatorname{tg}^4\omega \sin^4\alpha \;..;$$

daher wird

$$\sin\varphi \sin\delta \,.\, m\tau + \cos\varphi \cos\delta \sin m\tau =$$
$$= \cos\varphi \cos^2\tfrac{1}{2}\omega (1-\operatorname{tg}^2\tfrac{1}{2}\omega \cos 2\alpha)(A_0 + A_1 \sin\alpha + A_2 \cos 2\alpha + A_4 \cos 4\alpha + \ldots)$$

wobei der Kürze wegen gesetzt worden

$$A_0 = 1 + \tfrac{1}{4}\operatorname{tg}^2\varphi \operatorname{tg}^2\omega + \frac{3\,.\,13}{8\,.\,24}\operatorname{tg}^4\varphi \operatorname{tg}^4\omega - \frac{10\,.\,19}{32\,.\,80}\operatorname{tg}^6\varphi \operatorname{tg}^6\omega + \ldots.$$

$$A_1 = \tfrac{1}{2}\pi \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega$$

$$A_2 = -\tfrac{1}{4}\operatorname{tg}^2\varphi \operatorname{tg}^2\omega - \frac{1\,.\,13}{2\,.\,24}\operatorname{tg}^4\varphi \operatorname{tg}^4\omega + \frac{15\,.\,19}{32\,.\,80}\operatorname{tg}^6\varphi \operatorname{tg}^6\omega - \ldots.$$

$$A_4 = \frac{1\,.\,13}{8\,.\,24}\operatorname{tg}^4\varphi \operatorname{tg}^4\omega - \frac{6\,.\,19}{32\,.\,80}\operatorname{tg}^6\varphi \operatorname{tg}^6\omega \ldots.$$

Zur leichteren Uebersicht habe ich folgende Tabelle berechnet

φ	A_0	A_1	A_2	A_4
0°	+ 0,000	+ 0,000	− 0,000	+ 0,000
10	+ 1,001	+ 0,120	− 0,001	—
20	+ 1,006	+ 0,248	+ 0,006	—
30	+ 1,016	+ 0,393	− 0,014	—
40	+ 1,036	+ 0,571	− 0,037	+ 0,001
50	+ 1,080	+ 0,801	− 0,082	+ 0,003
60	+ 1,191	+ 1,080	− 0,198	+ 0,011
65	+ 1,316	+ 1,461	− 0,322	+ 0,014

Setzt man die Länge der Sonne $= \lambda = n t + \varepsilon$, so ist $\alpha = \lambda - \sin^2 \frac{1}{2} \omega \sin 2\lambda$, und nach der Substitution dieses Werthes erhält man das Integral der Gleichung

$$W = \text{Const.} + \frac{2\gamma b}{m} \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega \Big[\frac{1}{p} (A_0 + \tfrac{1}{2} A_2 \sin^2 \tfrac{1}{2}\omega) +$$

$$+ \frac{A_1}{p^2 + n^2} (1 - \tfrac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2}\omega)(p \sin\lambda - n \cos\lambda) -$$

$$- \tfrac{1}{2} A_1 \sin^2 \tfrac{1}{2}\omega \frac{1}{p^2 + n^2} (p \cos\lambda + n \sin\lambda) +$$

$$+ \frac{A_2}{p^2 + 4n^2} (2n \sin 2\lambda + p \cos 2\lambda) +$$

$$+ \tfrac{1}{2} \frac{A_1}{p^2 + 9n^2} \; \frac{\sin^2 \frac{1}{2}\omega}{\sin 45^0} (p \sin(3\lambda + 45^0) - 3n \cos(3\lambda + 45^0)) \ldots \Big]$$

Nachdem wir angenommen haben, dass während der Nacht die in der Luft selbst enthaltene Wärme schnell vergehe, so darf man voraussetzen, dass bis zum Aufgange der Sonne nichts weiter als der aus dem Boden hervorgehende Wärmestrom ..pW.. vorhanden ist. Das Mittel aus der grössten und kleinsten Temperatur des Tages μ, wovon wir das Verhältniss zur mittlern Temperatur M oben festgesetzt haben, wird demnach seyn

$$p W + \tfrac{1}{2} k \tau$$

und substituirt man für W und τ ihre Werthe durch λ ausgedrückt, so erhält man eine Gleichung von der Form

$$\mu = B_0 + B_1 \sin\lambda + B'_1 \cos\lambda + B_2 \sin 2\lambda + B'_2 \cos 2\lambda + \ldots,$$

wo folgende Abkürzungen eingeführt worden

$$B_0 = \frac{2b\gamma}{m} \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega \left(A_0 + \tfrac{1}{2} A_2 \sin^2 \tfrac{1}{2}\omega\right) + \tfrac{1}{8}\frac{k\pi}{m} + \text{Const.}$$

$$B_1 = \frac{2b\gamma}{m} \frac{A_1 p}{p^2+n^2}\left(n - \tfrac{1}{2} n\, tg^2 \tfrac{1}{2}\omega + \tfrac{1}{2} p \sin^2 \tfrac{1}{2}\omega\right) \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega + \tfrac{1}{2} k\, tg\varphi\, tg\omega$$

$$B'_1 = -\frac{2b\gamma}{m} \frac{A_1 p}{p^2+n^2}\left(n - \tfrac{1}{2} n\, tg^2 \tfrac{1}{2}\omega + \tfrac{1}{2} p \sin^2 \tfrac{1}{2}\omega\right) \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega$$

$$B_2 = \frac{2b\gamma n p}{m(p^2+n^2)} A_2 \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega$$

$$B'_2 = \frac{2b\gamma p^2}{m(p^2+n^2)} A_2 \cos\varphi \cos^2 \tfrac{1}{2}\omega$$

Setzt man den grössten und kleinsten Werth der mittlern Temperatur = m'' und m', und die entsprechenden Werthe der Sonnenlänge = λ'' und λ', so ist

$$\begin{aligned}
0 &= B_1 \cos\lambda' - B'_1 \sin\lambda' + 2B_2 \cos 2\lambda' - 2B'_2 \sin 2\lambda' \ldots\\
0 &= B_1 \cos\lambda'' - B'_1 \sin\lambda'' + 2B_2 \cos 2\lambda'' - 2B'_2 \sin 2\lambda'' \ldots\\
m' &= B_0 + B_1 \sin\lambda' + B'_1 \cos\lambda' + B_2 \sin 2\lambda' + B'_2 \cos 2\lambda' \ldots\\
m'' &= B_0 + B_1 \sin\lambda'' + B'_1 \cos\lambda'' + B_2 \sin 2\lambda'' + B'_2 \cos 2\lambda'' \ldots
\end{aligned}$$

Diese Gleichungen werden zur Bestimmung der Coefficienten dienen.

Die Grösse, die wir mit B_0 bezeichnet haben, ist die mittlere Temperatur des Jahres: man kann sie unter die Form

$$a + c f \cos\varphi$$

bringen, wo a und c Constanten sind, und f von der geographischen Breite abhängig ist. Die Werthe von f giebt folgende Tabelle.

φ	f
0°	1,000
10	0,986
20	0,945
30	0,880
40	0,793
50	0,693
60	0,593
65	0,555

Ehe wir weiter in dieser Untersuchung gehen, wollen wir dasjenige zusammenstellen, was die Beobachtung über den jährlichen Gang der Wärme und deren Abhängigkeit von der geographischen Breite gelehrt hat.

§. 8.

Jährlicher Gang der Wärme nach der Beobachtung.

In dem trefflichen Lehrbuche der Meteorologie von *Kämtz* ist durch eine ausgedehnte Induction nachgewiesen, dass man die monatlichen Mittel der Temperatur ausdrücken könne durch die Formel:

$$\begin{aligned} T_n = T' &+ \tfrac{1}{2}(m'' - m') \sin\left((n + \tfrac{1}{2})\, 30 + 248^\circ.54'\right) \\ &+ \tfrac{1}{30}(m'' - m') \sin\left((n + \tfrac{1}{2})\, 60 + 353^\circ.46'\right) \end{aligned}$$

wo T_n die mittlere Temperatur des Monats, dessen Ordnungszahl n ist, und T' die mittlere Temperatur des Jahres bedeuten. Man sieht leicht ein, dass dieselbe Formel auch die mittlere Temperatur irgend eines Monatstages ausdrücken könne, wenn man anstatt n den gehörigen Werth in Brüchen des Monats ausgedrückt substituirt.

Eigentlich erstreckt sich diese Formel nur auf denjenigen Theil der Erde, welcher ausserhalb der Wendekreise liegt: innerhalb der Wendekreise und insbesondere in der Nähe des Aequators zeigt fast jeder Ort einen abweichenden Temperaturgang. Der Hauptgrund dieser Verschiedenheit ist in dem Einflusse der Winde und des Regens zu suchen, die periodisch eintreffend eine bleibende Störung in dem Gange, der sonst nur durch die Stellung der Sonne bedingt wäre, hervorbringen.

Ich werde nun, um die Abhängigkeit des Temperaturganges von der geographischen Breite zu untersuchen, den früher erwähnten Grundsätzen zufolge den Einfluss der Localität aus den Beobachtungen dadurch zu eliminiren suchen, dass ich aus den Temperaturen vieler Orte von nahe gleicher Breite ein mittleres Resultat herstelle. Ich nehme zu diesem Behufe die in dem eben erwähnten Werke von *Kämtz* (II. Bd. pag. 89 sqq.) gegebene Zusammenstellung, ordne die Ortschaften nach ihrer geographischen Breite und bilde folgende Gruppen:

Zahl der Orte	Grenzen der Breite	mittlere Breite
	° ′ ° ′	°
5	5 38 — 12 11	8,0
5	12 25 — 19 12	15,5
5	19 30 — 27 57	23,2
5	28 15 — 30 24	29,4
5	31 30 — 34 0	33,0
5	34 6 — 36 48	35,8
20	37 5 — 42 56	40,8
20	43 2 — 47 23	45,6
40	47 30 — 54 12	50,7
10	54 17 — 57 30	55,8
10	59 0 — 60 42	59,9
6	62 30 — 66 12	64,0
5	66 30 — 74 45	70,1

Indessen zeigt sich auch nach solcher Zusammenstellung keine hinreichend regelmässige Zunahme der Temperatur mit der Breite ohne Zweifel, weil die einzelnen Gruppen zu wenige Beobachtungen, oder Ortschaften von wenig verschiedener Localität enthalten. Gleicht man aber die Unregelmässigkeiten noch einigermassen dadurch aus, dass man das arithmetische Mittel von je zwei zunächst aufeinander folgenden Positionen nimmt, und interpolirt eine regelmässige Reihe der Declinationen, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung, die in Centesimalgraden ausgedrückt ist:

Breite	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jährliches Mittel
10°	+24,5°	+25,3°	+27,5°	+28,8°	+28,9°	+28,0°	+28,8°	+27,0°	+27,2°	+27,0°	+26,2°	+24,9°	+27,0°
15	+22,2	+23,5	+25,7	+27,4	+28,3	+28,0	+28,4	+27,4	+27,3	+26,7	+25,1	+22,8	+26,1
20	+20,0	+21,7	+23,9	+26,1	+27,9	+28,1	+28,1	+27,8	+27,4	+26,5	+23,9	+20,7	+25,2
25	+17,6	+19,0	+21,6	+23,8	+26,4	+27,7	+28,4	+28,3	+27,2	+25,1	+21,6	+17,9	+23,7
30	+14,9	+15,0	+15,5	+20,9	+24,3	+26,4	+27,8	+27,8	+25,8	+22,5	+18,3	+15,1	+21,4
35	+10,7	+11,9	+14,8	+17,1	+20,7	+23,9	+25,7	+25,7	+22,8	+19,1	+14,6	+12,3	+18,3
40	+ 2,6	+ 4,5	+ 7,9	+12,0	+17,2	+21,3	+23,1	+22,6	+19,0	+14,3	+ 8,7	+ 5,1	+13,2
45	— 1,3	+ 0,6	+ 4,0	+ 8,8	+14,6	+18,4	+20,2	+19,7	+16,0	+10,5	+ 4,7	+ 0,8	+ 9,8
50	— 2,8	— 1,2	+ 2,0	+ 7,4	+12,6	+16,2	+18,0	+17,4	+13,8	+ 8,3	+ 2,8	— 1,0	+ 7,9
55	— 4,8	— 3,8	— 0,8	+ 4,8	+10,2	+14,6	+16,3	+15,5	+11,6	+ 6,1	+ 0,5	— 3,2	+ 5,5
60	— 7,0	— 6,2	— 4,1	+ 1,8	+ 7,7	+13,5	+15,4	+13,9	+ 9,7	+ 4,0	— 2,1	— 5,7	+ 3,8
65	—12,2	—11,6	— 9,2	— 3,3	+ 3,8	+10,1	+12,8	+10,8	+ 6,7	+ 0,1	— 7,6	—10,8	— 0,9

Betrachten wir nun zuerst die Reihenfolge der monatlichen Mittel, so bestätiget sich bei höheren Breiten das Gesetz, welches von *Kämtz* angegeben wird, vollkommen; gegen den Aequator hin stimmt es, wie der Verfasser selbst nachgewiesen hat, minder mit der Beobachtung überein. Es folgen hier die Grössen, welche zu den Resultaten der Formel (jedoch mit Weglassung des letzten Gliedes) hinzugefügt werden müssten, um die Beobachtung mit dem *Kämtz*'schen Ausdrucke übereinstimmend zu machen.

Fehler der Formel

φ	10°	15°	20°	25°	30°
Jan.	− 0,3	− 0,8	− 1,2	− 0,7	. . 0,0
Febr.	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2	− 0,5
März	+ 1,7	+ 1,4	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,9
Apr.	+ 2,0	+ 1,6	+ 1,3	+ 0,6	+ 0,1
Mai	+ 1,0	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,5	+ 0,3
Juni	− 0,8	− 0,7	− 0,3	− 0,4	− 0,2
Juli	− 0,4	− 0,8	− 1,1	− 0,7	− 0,1
Aug.	− 2,0	− 1,5	− 1,1	− 0,3	+ 0,5
Sept.	− 1,0	− 0,6	− 0,1	+ 0,3	+ 0,6
Oct.	− 0,2	+ 0,3	+ 0,9	+ 0,9	+ 0,5
Nov.	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,1	− 0,5
Dec.	− 0,3	− 0,8	− 1,3	− 1,4	− 1,1

Nimmt man die Summen der positiven und negativen Correctionen; so ergiebt sich

Breite	posit. Corr.	negat. Corr.
	°	°
10°	+ 5,1	— 5,0
15	+ 4,8	— 5,2
20	+ 4,8	— 5,1
25	+ 3,7	— 3,5
30	+ 2,9	— 2,4

Das Maximum und Minimum der Correction trifft mit Anfang der Monate April und August überein: die Zwischenzeit beträgt nur 4 Monate, ein Beweis, dass die Wirkung dem Sonnenlaufe nicht zuzuschreiben ist, und dass der Einfluss der nassen Jahreszeit jene Abweichung hauptsächlich erzeuge. Dasselbe folgt aus der weitern Betrachtung, dass innerhalb der Wendekreise die Summen der Correctionen constant sind. Hiernach dürfen wir für den Erdstrich innerhalb der Wendekreise folgende Correctionen der monatlichen mittlern Temperatur festsetzen:

Correction.

	Cent.	Reaum.
	°	°
Jan.	— 0,8	— 0,6
Febr.	+ 0,2	+ 0,2
März	+ 1,4	+ 1,1
April	+ 1,6	+ 1,2
Mai	+ 1,0	+ 0,8
Juni	— 0,6	— 0,5
Juli	— 0,8	— 0,6
Aug.	— 1,5	— 1,1
Sept.	— 0,6	— 0,5
Oct.	+ 0,3	+ 0,2
Nov.	+ 0,2	+ 0,2
Dec.	— 0,8	— 0,6

Das letzte Glied der *Kämtz*'schen Formel

$$\tfrac{1}{30}(m''-m')\sin((n+\tfrac{1}{2})\,60^{\circ}+353^{\circ}\,46')$$

wird im Maximum, wenn man nicht über 65° Breite hinausgeht, kaum über $\frac{1}{2}$ Grad (Reaum.) betragen: überdiess bringt man durch Einführung dieses Gliedes die Rechnung nicht merklich der Beobachtung näher, wie aus folgender Vergleichung ersichtlich seyn wird.

Correction der Formel.

Breite 60°.

	ohne das letzte Glied	mit dem letzten Gliede
	°	°
Jan.	+ 0,3	0,0
Febr.	+ 0,2	− 0,5
März	− 1,3	− 1,7
Apr.	− 0,9	− 0,6
Mai	− 0,7	− 0,0
Juni	+ 0,6	+ 1,0
Juli	+ 0,5	+ 0,2
Aug.	− 0,1	− 0,8
Sept.	− 0,7	− 1,1
Oct.	− 1,9	− 1,6
Nov.	+ 2,9	+ 3,6
Dec.	− 0,4	0,0

Aus diesem Grunde habe ich auch geglaubt, das letzte Glied vernachlässigen und als Resultat der Erfahrung annehmen zu dürfen, dass die Temperatur der Monate durch

$$T_n = T' + \tfrac{1}{2}(m''-m')\sin((n+\tfrac{1}{2})\,30^{\circ}+248^{\circ}\,54')$$

ausgedrückt werde. Uebrigens glaube ich, dass um die Beobachtung genauer darzustellen, nicht mehrere periodische Glieder eingeführt, sondern für einzelne Erdstriche Correctionstafeln, wie wir oben für die heisse Zone dargestellt haben, bestimmt werden sollten.

§. 9.

Suchen wir nun auch die Abhängigkeit der Temperatur von der geographischen Breite festzusetzen. Aus unserer Tafel S. 38 ergeben sich folgende Werthe:

φ	T'	$\frac{1}{2}(m'' - m')$
°	°	°
10	+ 27,0	2,2
15	+ 26,1	3,1
20	+ 25,2	4,0
25	+ 23,7	5,4
30	+ 21,4	6,5
35	+ 18,3	7,5
40	+ 13,2	10,2
45	+ 9,8	10,7
50	+ 7,9	10,4
55	+ 5,5	10,6
60	+ 3,8	11,2
65	— 0,9	12,5

Ehe ich die in §. 7 gegebene Entwickelung vorgenommen hatte, versuchte ich aus der Beobachtung ein Gesetz abzuleiten, welches die mittlere Temperatur und ihre jährliche Oscillation darstellen sollte. Dabei wurde ich durch folgende Betrachtung geleitet.

So wie die Abweichung der Sonne nördlich und südlich vom Aequator die wechselnde Temperatur des Jahres erzeugt, so müsste eine mittlere Stellung derselben auch einer mittlern Temperatur entsprechen. Stellt man sich aber vor, dass die Sonne in ihrer mittlern Stellung, d. h. am Aequator, unverändert stehen bliebe, so würde sie einen constanten Wärmestand erzeugen, und einem jeden Theile der Erde im Verhältnisse des Sinus ihrer Höhe Wärme mittheilen. Diese Wärme wäre mithin durch ..$b \cos \varphi$.. auszudrücken. Stünde nun ferner die Erde in einem Raume von der Temperatur ..a.., so hätte man die mittlere Temperatur

$$T' = a + b \cos \varphi$$

Nach derselben Betrachtungsweise würde, wenn die Sonne immerwährend in ihrer nördlichsten Lage verweilte, die Temperatur seyn

$$a + b' \cos (\varphi - \omega)$$

und bliebe sie unverändert in ihrer südlichsten Lage, so hätte man die Temperatur

$$a + b' \cos (\varphi + \omega)$$

Der erstere Ausdruck entspricht dem Maximum, der letztere dem Minimum, und man hat daher die Differenz

$$\tfrac{1}{2} (m'' - m') = b' \sin \omega \sin \varphi.$$

Sucht man aus der Beobachtung die Grössen a, b, b', so erhält man

$$T' = -21^\circ{,}5 + 52^\circ{,}1 \cos \varphi \text{ Cent.} = -19^\circ{,}6 + 41^\circ{,}7 \cos \varphi \text{ Reaum.}$$
$$\tfrac{1}{2} (m'' - m') = 12^\circ{,}7 \sin \varphi \text{ Cent.} = 10^\circ{,}1 \sin \varphi \text{ Reaum.}$$

Diese Werthe sind nicht genau diejenigen, welche man aus der obigen Zahlenreihe durch die Methode der kleinsten Quadrate erhalten hätte: sie waren aus einer minder vollständigen Zusammenstellung abgeleitet worden, unterscheiden sich jedoch so wenig von den wahrscheinlichsten Werthen, dass ich sie unverändert beibehalten habe, um so mehr als die Grundlage selbst, worauf die Bestimmung sich zu stützen hat, bisher noch ziemlich unsicher ist.

Nach den hier gefundenen Bestimmungen ist die folgende Tabelle berechnet:

φ	T'	$\frac{1}{2}(m''-m')$
0°	+ 22°,1	0°,0
5	+ 21,9	0,8
10	+ 21,4	1,7
15	+ 20,7	2,6
20	+ 19,6	3,4
25	+ 18,2	4,2
30	+ 16,5	5,0
35	+ 14,5	5,8
40	+ 12,3	6,5
45	+ 9,9	7,1
50	+ 7,2	7,7
55	+ 4,3	8,3
60	+ 1,2	8,8
65	− 2,0	9,2
70	− 5,3	9,5
75	− 8,8	9,8

Diese Constanten, in der Formel für T_n (S. 41) substituirt, geben für die mittlere Temperatur der Monate folgende Werthe:

Mittlere Temperatur der Monate.

Breite	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
0°	+21°,5	+22°,3	+23°,2	+23°,3	+22°,9	+21°,6	+21°,5	+21°,0	+21°,6	+22°,3	+22°,3	+21°,5
5	+20,5	+21,4	+22,5	+23,0	+23,0	+22,0	+22,1	+21,5	+21,9	+22,2	+21,8	+20,7
10	+19,1	+20,1	+21,5	+22,4	+22,9	+22,3	+22,5	+21,8	+21,9	+21,8	+20,9	+19,4
15	+17,5	+18,5	+20,3	+21,5	+22,5	+22,3	+22,7	+22,0	+21,7	+21,1	+19,9	+18,0
20	+15,6	+16,7	+18,7	+20,1	+21,8	+21,8	+22,4	+21,6	+21,1	+20,5	+18,4	+16,3
25	+14,0	+14,4	+15,7	+17,8	+20,0	+21,6	+22,4	+22,0	+20,7	+18,6	+16,5	+14,8
30	+11,5	+11,9	+13,6	+16,0	+18,5	+20,5	+21,5	+21,1	+19,4	+17,0	+14,5	+12,5
35	+ 8,7	+ 9,2	+11,1	+13,9	+16,8	+19,2	+20,3	+19,8	+17,9	+15,1	+12,2	+ 9,8
40	+ 5,8	+ 6,4	+ 8,5	+11,6	+14,9	+17,5	+18,8	+18,2	+16,1	+13,0	+ 9,7	+ 7,1
45	+ 2,9	+ 3,4	+ 5,7	+ 9,2	+12,7	+15,6	+17,0	+16,4	+14,0	+10,6	+ 7,1	+ 4,2
50	— 0,4	+ 0,2	+ 2,7	+ 6,4	+10,3	+13,4	+14,9	+14,2	+11,7	+ 8,0	+ 4,1	+ 1,0
55	— 3,9	— 3,3	— 0,6	+ 3,4	+ 7,7	+11,0	+12,5	+11,9	+ 9,2	+ 5,2	+ 9,9	— 2,4
60	— 7,5	— 6,8	— 4,0	+ 0,3	+ 4,8	+ 8,3	+ 9,9	+ 9,2	+ 6,4	+ 2,1	— 2,4	— 5,9
65	—11,1	—10,4	— 7,4	— 3,0	+ 1,7	+ 5,4	+ 7,1	+ 6,4	+ 3,4	— 1,1	— 5,8	— 9,4
70	—14,7	—14,0	—10,9	— 6,3	— 1,4	+ 2,4	+ 4,1	+ 3,4	— 0,3	— 4,3	— 9,2	—13,0

Folgende Abweichungen ergeben sich bei Vergleichung der Rechnung mit der Beobachtung:

Breite	Fehler der Formeln	
	für T'	für $\frac{1}{2}(m''-m')$
	°	°
10°	+ 0,2 R.	− 0,1 R.
15	+ 0,2	− 0,3
20	+ 0,6	− 0,5
25	+ 0,8	− 0,2
30	+ 0,6	− 0,2
35	+ 0,1	− 0,2
40	− 1,7	+ 1,3
45	− 2,1	+ 1,0
50	− 0,9	0,0
55	+ 0,1	− 0,3
60	+ 1,9	− 0,3
65	+ 1,3	+ 0,2

Vergleicht man diese Ergebnisse mit dem Resultate unserer theoretischen Entwickelung (§. 7), so zeigt sich, dass der Boden unter allen Breiten nicht gleich geeignet ist, die Sonnenwärme aufzunehmen, oder vielmehr, dass durch Wolken, Regen, Schnee, das Eindringen der Sonnenwärme sehr merklich modificirt wird.

Die Wirkung sämmtlicher atmosphärischer Zustände erfordert, dass die Factoren

$$A_0 b \text{ und } \frac{p\,b}{p^2+n^2}$$

von der Breite unabhängig seyen. Uebrigens wäre es unnütz, so lange wir keine nähere Kenntniss des Verhältnisses, nach welchem die Sonnenwärme in den Boden dringt und denselben wieder verlässt, besitzen, Folgerungen auf die theoretisch gefundene Gleichung zu bauen: die Gleichung selbst ist aber jedenfalls merkwürdig, weil sie den jährlichen Gang der Wärme und die Abhängigkeit derselben von der geographischen Breite im Allgemeinen richtig bezeichnet, also auch den Voraussetzungen, aus welchen sie gefunden worden, zur Stütze dient.

§. 10.

Mittlere Temperatur des Tages und der Nacht.

Nach den Voraussetzungen, welche im §. 5 gemacht worden sind, haben wir für die Nachtzeit die Temperatur

$$v = \mu - \tfrac{1}{2} \frac{k\tau}{24 - 2\tau} t$$

Die mittlere Temperatur der Nacht ist demnach

$$= \frac{\int v \, dt}{24 - 2\tau} = \mu - \tfrac{1}{4} k\tau = N$$

Setzt man die mittlere Temperatur des Tages = T, so erhält man

$$2\tau T + (24 - 2\tau) N = 24 M,$$

wo M dem Vorhergehenden gemäss die mittlere tägliche Temperatur, d. h. die mittlere Temperatur des Tages und der Nacht zusammengenommen, bedeutet.

Führt man den Werth von μ aus §. 5 ein, und zwar so, dass $\mu = M + \frac{1}{4} k c$ gesetzt werde, so ergiebt sich:

$$N = M - \tfrac{1}{4} k (\tau - c) = M - \tfrac{1}{4} k f'$$

$$T = M + \tfrac{1}{4} k (12 - \tau) \left(1 - \frac{c}{\tau}\right) = M + \tfrac{1}{4} k f.$$

Die Werthe von f und f′ können aus folgender Tabelle genommen werden:

Halbe Tageslänge	f	f′
	°	°
1 Stunde	1,1	0,1
2	3,0	0,6
3	4,2	1,4
4	5,0	2,5
5	5,5	3,9
6	6,0	5,6
7	5,3	7,5
8	4,8	9,5
9	3,8	11,5
10	2,8	13,9
11	1,5	16,0

§. 11.

Täglicher und jährlicher Gang der Temperatur des Bodens.

Es wird nicht schwierig seyn, aus den vorhergehenden Entwickelungen zu dem Resultate zu gelangen, dass im Boden ein ähnlicher Gang der Temperatur eintritt wie in der freien Luft, und dass die Folge der Bewegungen dieselbe ist, die Grösse aber abnimmt, und das Eintreffen sich verspätet in dem Maasse als die Tiefe wächst. Dieses Resultat bestätiget auch die Beobachtung: sie weist zugleich analoge Einflüsse der Localität nach, wie sie in der Lufttemperatur sich äussern.

Fast alle Wirkungen, die an ein Klima sich knüpfen, erfordern die Berücksichtigung der Luft- und der Bodentemperatur zugleich, namentlich ist dieses beim Wachsthume der Pflanzen der Fall, welche nach ihrer Leitungsfähigkeit und der Beschaffenheit ihrer Oberfläche einen Theil ihrer Wärme vom Boden, einen Theil von der Luft erhalten.

Handelt es sich aber darum, zwischen ähnlichen Wirkungen und der Temperatur ein Verhältniss herzustellen, so kann immerhin als Vergleichungsgrösse die Lufttemperatur genommen werden: denn vermöge der eben angegebenen Verbindung unterscheidet sich die Lufttemperatur von der Wärme der Pflanze nur durch Factoren, welche da, wo nur die Temperatur das Veränderliche ist, constant bleiben, mithin in einem geometrischen *Verhältnisse* wegfallen.

§. 12.

Variation der Temperatur.

Bei jeder Untersuchung, wo die Lufttemperatur als wirkende Ursache vorkommt, ist es von höchster Wichtigkeit, die äussersten Grenzen, welche sie aufwärts und abwärts erreicht, zu kennen. Der mathematisch bezeichnete Gang der täglichen und jährlichen Wärme ist nur als Mittelwerth zu betrachten, um welchen die wirkliche Temperatur in Folge der immerwährenden athmosphärischen Wechsel unaufhörlich aufwärts und abwärts oscillirt. Die Grösse dieser zufälligen Oscillationen lässt sich ihrer Natur nach nicht angeben: wohl aber sind die Grenzen bestimmbar.

Wind, Regen, Schnee und Wolken sind hier die bedingenden Ursachen, und so wie diese mit der Oertlichkeit in vielfacher Weise zusammenhängen, so lässt sich auch erwarten, dass die Oscillationen der Wärme an jedem Orte verschieden seyn werden. Folgende Zusammenstellung, welche die Differenzen des Maximums und Minimums für jeden Monat angiebt, ist aus den Manheimer meteor. Ephemeriden berechnet: für jeden Ort sind jedoch nur 5 Jahrgänge in Rechnung genommen.

Namen	geographische Breite		Januar	Februar	März	April
			°	°	°	°
Rom	41°	54′	8,9	9,9	9,4	9,1
Cambridge	42	25	19,9	19,6	18,1	16,7
Marseille	43	18	11,5	11,4	11,8	13,4
Padua	45	24	10,8	12,8	12,5	13,5
Mailand	45	28	10,8	11,9	13,5	14,6
La Rochelle	46	9	12,5	13,4	11,8	12,7
Genf	46	12	14,1	15,8	15,8	18,2
St. Gotthard	46	30	15,0	15,4	11,8	15,8
Ofen	47	30	15,7	15,8	16,1	15,3
Tegernsee	47	43	14,6	18,1	18,0	17,2
Peissenberg	47	47	15,3	19,1	18,3	17,0
Andex	47	57	14,1	17,5	20,1	17,4
München	48	8	17,2	19,3	21,9	20,1
Wien	48	12	15,8	17,7	17,2	18,1
Manheim	49	29	13,7	17,2	15,8	15,9
Würzburg	49	46	16,0	20,7	17,4	18,8
Prag	50	6	20,0	18,0	19,1	16,6
Brüssel	50	51	11,4	15,0	15,2	17,6
Erfurt	50	59	16,7	18,7	21,4	18,2
Göttingen	51	31	14,5	13,0	18,6	14,0
Sagan	51	42	19,4	19,7	19,7	18,0
Berlin	52	33	13,9	16,7	15,9	13,1
Coppenhagen	55	41	11,8	14,1	12,7	12,8
Stockholm	59	21	17,2	16,4	17,3	17,2
Spydberg	59	38	21,5	17,5	18,7	21,5

Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jährliches Mittel
9°,6	10°,5	7°,0	8°,9	7°,2	9°,0	11°,6	9°,5	9°,2
15,6	15,2	12,2	15,1	14,6	16,0	16,5	18,2	16,5
10,9	10,6	12,2	11,4	11,0	13,7	14,5	12,7	12,1
13,4	12,4	12,7	14,1	12,6	14,7	13,5	13,6	13,0
13,2	12,6	12,1	11,9	11,4	12,2	11,4	10,1	12,1
14,1	12,3	11,8	13,1	11,7	12,2	14,7	12,9	12,7
15,6	14,1	12,8	14,5	13,1	15,4	14,9	14,2	14,7
13,4	13,0	12,6	13,9	12,8	12,9	15,4	13,4	13,8
15,7	14,6	12,9	14,5	14,3	13,9	14,8	16,3	15,0
16,4	14,4	14,3	15,5	14,1	14,2	17,0	15,5	16,2
17,4	14,4	13,8	15,2	15,2	15,1	17,8	16,0	16,2
18,2	15,5	15,4	16,6	18,5	14,4	15,6	13,8	16,4
18,8	16,2	16,0	18,5	17,6	15,6	17,3	15,8	17,9
17,6	16,7	16,5	14,8	15,3	15,2	14,1	14,2	16,1
17,4	14,6	14,8	13,9	12,9	14,2	15,9	18,2	15,4
19,4	16,5	16,2	16,7	16,8	15,4	14,8	16,5	17,1
18,5	14,4	14,1	15,5	14,8	14,7	15,1	15,6	17,2
19,4	17,8	15,7	12,8	15,0	13,6	17,7	16,9	15,7
20,5	17,4	15,4	13,9	15,1	13,8	19,0	18,3	17,4
16,8	16,1	14,4	16,0	15,3	16,9	15,2	16,7	15,6
20,8	17,5	18,2	16,9	19,5	15,2	14,6	15,5	18,0
14,9	12,3	12,4	12,2	10,3	9,5	13,1	14,4	13,2
14,8	14,1	11,6	9,6	9,7	10,8	11,9	12,8	12,2
17,9	15,1	112,7	12,5	14,4	11,7	13,7	16,7	15,2
18,7	17,0	4,5	14,5	16.0	14,0	12,5	21,5	17,3

Ungeachtet es sich hier um zufällige Oscillationen handelt, so kehren doch die Ursachen, wodurch diese Oscillationen veranlasst werden, so regelmässig jedes Jahr wieder zurück, dass man mit grosser Sicherheit ihr Eintreten erwarten darf. Um dieses nachzuweisen gebe ich hier eine Zusammenstellung der Regensburger, Mailänder und Wiener Beobachtungen in einzelne Perioden getheilt.

Unterschied des Maximums und Minimums der einzelnen Monate, beobachtet in Regensburg.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1774—1778	14,7	16,4	14,6	19,0	13,2	14,6	12,4	15,3	13,4	15,1	11,4	12,4
1779—1783	14,0	16,2	16,0	18,1	18,2	15,3	16,5	16,2	15,6	13,2	12,7	13,2
1784—1788	15,5	18,1	20,6	17,9	19,0	16,9	15,7	14,8	17,7	16,0	13,9	17,2
1789—1793	16,0	14,2	16,2	20,0	19,9	18,7	16,9	18,0	17,5	16,3	14,4	13,3
1794—1798	13,3	15,3	17,6	22,1	20,3	17,4	16,4	18,6	16,8	16,1	14,1	16,6
1799—1803	19,7	17,8	19,7	22,3	20,5	18,7	18,6	20,2	17,6	18,0	13,9	17,9
1804—1808	14,3	17,1	20,7	21,3	20,8	20,4	18,6	17,8	19,3	14,9	13,5	16,6
1809—1813	20,4	18,9	17,2	22,0	18,5	18,7	18,5	17,8	19,2	15,8	13,7	13,1
1813—1818	15,5	15,1	15,4	21,3	18,7	27,6	16,3	15,6	17,0	15,1	14,4	17,8
1819—1823	15,4	12,1	19,5	19,5	19,5	17,6	17,3	17,5	17,5	18,1	15,4	16,4
1824—1828	14,9	17,8	18,4	20,4	17,5	17,4	17,5	17,4	17,7	16,1	13,4	11,4
1829—1833	18,9	23,0	17,7	17,8	19,0	18,7	17,9	16,6	16,7	17,1	16,0	17,2

Unterschied des Maximums und Minimums der einzelnen Monate, beobachtet in Mailand.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
1815—1819	**10°,0**	**12°,1**	**14°,0**	**15°,5**	**13°,5**	**13°,0**	**12°,7**	**11°,8**	**11°,3**	**12°,4**	**12°,0**	**9°,5**
1820—1824	**10,6**	**11,2**	**13,4**	**14,2**	**13,2**	**12,0**	**11,4**	**11,6**	**12,2**	**11,2**	**10,5**	**10,3**
1825—1829	**11,7**	**12,3**	**13,1**	**14,1**	**12,9**	**12,7**	**12,1**	**12,3**	**10,6**	**13,0**	**11,3**	**10,4**

Extrem-Unterschiede, aus den Wiener Beobachtungen abgeleitet.

1822—1826	**14,3**	**14,3**	**17,3**	**18,3**	**16,0**	**17,1**	**17,9**	**14,1**	**16,2**	**13,9**	**12,9**	**13,0**
1827—1831	**17,3**	**21,1**	**17,1**	**17,9**	**16,3**	**16,4**	**15,1**	**15,6**	**14,5**	**16,5**	**15,3**	**15,4**

Eine nähere Betrachtung der gegebenen Zahlen wird zeigen, dass eine Abhängigkeit von der Jahreszeit von der geographischen Breite und von der Localität vorhanden ist.

Die Abhängigkeit von der Jahreszeit weisen die Regensburger, Mailänder und Wiener Beobachtungen entschieden nach: wenn man das Mittel der monatlichen Extrem-Differenzen von den einzelnen Monaten abzieht, so ergiebt sich:

	Regensburg	Mailand	Wien
	°	°	°
Jan.	— 0,9	— 1,3	— 0,3
Febr.	0,0	— 0,2	+ 1,6
März	+ 0,8	+ 1,4	+ 1,1
Apr.	+ 3,1	+ 2,5	+ 2,0
Mai	+ 1,8	+ 1,1	+ 1,5
Juni	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,6
Juli	— 0,3	0,0	+ 0,4
Aug.	+ 0,2	— 0,2	— 1,3
Sept.	+ 0,2	— 0,7	— 0,8
Oct.	— 1,1	+ 0,1	— 0,9
Nov.	— 3,1	— 0,7	— 2,0
Dec.	— 1,7	— 2,0	— 1,9

Um das Verhältniss der Monate noch weiter nachzuweisen und zugleich den täglichen und den Theil des jährlichen Ganges, der in den obigen Zahlen enthalten ist, mit desto grösserer Sicherheit auszuscheiden, vereinige ich die Beobachtungen mehrerer Orte zu einem gemeinsamen Resultate:

Breite	jährl. Mittel
°	°
43,7	12,6
46,8	14,5
48,3	16,4
50,6	16,6
56,0	15,2

Abweichung der einzelnen Monate vom jährlichen Mittel.

	Breite					
	43°,7	46°,8	48°,3	50°,6	56°,0	Mittel
	°	°	°	°	°	°
Jan.	— 0,2	— 0,1	— 1,2	— 0,9	+ 1,5	— 0,2
Febr.	+ 0,5	+ 1,2	+ 1,8	+ 0,5	+ 1,7	+ 1,1
März	+ 0,5	+ 0,2	+ 2,3	+ 1,7	+ 1,7	+ 1,3
Apr.	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,3	+ 0,4	+ 1,3	+ 1,0
Mai	+ 0,1	+ 0,5	+ 1,5	+ 2,3	+ 2,2	+ 1,3
Juni	— 0,3	— 0,8	— 0,9	+ 0,2	0,0	— 0,4
Juli	— 1,4	— 1,6	— 1,1	— 1,4	— 1,3	— 1,4
August	— 0,3	— 0,2	— 0,6	— 1,6	— 2,7	— 1,0
Sept.	— 1,2	— 1,3	— 0,5	— 1,2	— 1,2	— 1,1
Oct.	+ 0,5	— 0,8	— 1,5	— 1,7	— 3,0	— 1,5
Nov.	+ 0,9	+ 0,9	— 0,3	— 0,2	— 2,0	— 0,1
Dec.	+ 0,2	— 0,1	— 0,8	+ 0,2	+ 1,0	+ 0,1

In den Monaten, in welchen die Wärme steigt, findet, dem regelmässigen Gange zufolge, der tiefste Thermometerstand bei Sonnenaufgang des ersten Monatstages, der höchste Stand am letzten Tage, Nachmittags statt; in den Monaten, in welchen die Wärme abnimmt, tritt der entgegengesetzte Fall ein. Zieht man diese monatlichen Grenzen des regelmässigen Ganges von den vorhin angegebenen beobachteten Grenzen ab, so erhält man die Abweichung aufwärts und abwärts: die Hälfte hievon kann als Grenze der Störungen des normalen Ganges betrachtet werden. Sie finden sich in folgender Tabelle zusammengesetzt:

Grösste Störung des normalen Ganges der Temperatur.

Breite	43°,7	46°,8	48°,3	50°,6	56°,0
	°	°	°	°	°
Jan.	3,8	4,8	5,3	5,6	6,2
Febr.	3,9	5,2	6,5	5,8	5,6
März	2,7	5,4	5,4	5,2	4,1
April	1,7	2,3	3,8	3,5	3,3
Mai	1,6	2,7	4,1	4,4	3,4
Juni	2,0	2,6	3,4	3,9	2,8
Juli	1,7	2,6	3,8	3,7	3,0
Aug.	2,3	3,3	4,0	3,6	2,6
Sept.	1,7	2,6	3,9	3,6	2,7
Oct.	2,4	2,7	3,3	3,3	2,0
Nov.	3,1	4,1	4,4	4,6	3,0
Dec.	3,6	4,5	5,0	5,7	5,4

Es ist nicht zu übersehen, dass hier die Rechnung so geführt wurde, als wenn die Maxima und Minima auf den Anfang und das Ende der Monate fielen: hätten wir die Beobachtungstage selbst berücksichtiget, so wäre zwar ein etwas verändertes, aber doch nicht erheblich verschiedenes Resultat zum Vorscheine gekommen.

Fassen wir nun die Schlüsse kurz zusammen, welche aus dem Vorhergehenden sich ergeben, so folgt:

1) dass die zufälligen Störungen des regelmässigen Ganges der Temperatur um so grösser werden, je schwächer die Wirkung der Sonne ist;

2) dass man die Störung der Temperatur unter verschiedenen Formen berücksichtigen könne, dass es aber am Bequemsten sey,

die Differenz der monatlichen Maxima und Minima herausheben, welche als *constant* für das ganze Jahr angenommen werden kann.

Die halbe Differenz des Maximums und Minimums oder die *Variation der Temperatur* wird eine derjenigen Bestimmungen bilden, welche bei Untersuchung der Luftwärme und ihrer Wirkung jedesmal zu berücksichtigen sind.

§. 13.

Graphische Darstellung der climatischen Temperatur.

Nachdem wir den Gang der Temperatur untersucht, und die Verhältnisse von *Zeit* und *Thermometerstand* dargestellt haben, kommen wir nun darauf, dem Ausdrucke der Temperatur die geeignetste Form zu geben, so zwar, dass den in der Einleitung angedeuteten Erfordernissen entsprochen werde.

Ich wähle zu diesem Zwecke die graphische Darstellung, welche mit der Bequemlichkeit des Gebrauches und dem Vortheile einer klaren Uebersicht alle Genauigkeit, die bei der Anwendung gefordert werden kann, verbindet.

Tafel I. stellt die mittlere Temperatur dar nach dem Ausdrucke, welcher in §. 8 näher begründet worden ist. In horizontaler Richtung wird die Zeit, in verticaler Richtung die Thermometerhöhe gezählt. Die Curven sind nur für jeden fünften Grad der geographischen Breite bis 75° gezeichnet, da es, wie später sich herausstellen wird, unnöthig gewesen wäre, kleinere Intervalle zu wählen.

Tafel II. stellt die Temperaturgrenzen, d. h. den höchsten und tiefsten Stand des Tages dar.

Sie ist nach den Ausdrücken $\mu + \frac{1}{2}k\tau$ und $\mu - \frac{1}{2}k\tau$ (§. 5) construirt, und hat übrigens dieselbe Einrichtung wie die vorhergehende Tafel.

Tafel III. enthält die Summen der monatlichen Temperaturen, d. h.

$$T' + \frac{1}{2}(m'' - m') \sin 263^\circ\, 54'$$
$$T' + \frac{1}{2}(m'' - m') (\sin 263^\circ\, 54' + \sin 293^\circ\, 54')$$

u. s. w.

Hiernach entspricht dem Ende des nten Monats die Ordinate

$$nT' + \frac{1}{2}(m''-m') \frac{\sin n.15^\circ \sin (248^\circ\, 54' + n.15^\circ)}{\sin 15^\circ}$$

Diese Tafel dient dazu, die mittlere Temperatur eines gegebenen Zeitraumes zu finden, denn zeichnet man auf der entsprechenden Curve den Anfangs- und Endpunkt des gegebenen Zeitraumes ein, zieht man dann die Höhe des erstern Punctes (die daneben stehende Zahl von Thermometergraden) von der Höhe des letztern ab und dividirt durch die Anzahl der Monate, so erhält man die mittlere Temperatur des Zeitraumes.

Man kann aber auch unmittelbar das arithmetische Mittel der Temperatur eines Zeitraumes durch die Tafel erhalten, wenn man sich der äussern links und rechts verzeichneten Scala bedient.

Man ziehe zu diesem Behufe eine Linie durch den Anfangs- und Endpunct des Zeitraumes (oder lege blos das Lineal an): man lese zuerst auf der rechts stehenden, dann auf der links stehenden Scala die Höhe ab, wo die Scala von der Linie geschnitten wird, ziehe endlich das letztere Resultat vom erstern ab, so erhält man die mittlere Temperatur des Zeitraumes. Die theoretische Begründung dieses Verfahrens wird sich von selbst darbieten.

Tafel IV. hat den Zweck, die Tages- und Nachtlänge, so wie die Tages- und Nachttemperatur von einander zu trennen. Nach den Entwickelungen von §. 7 ist die Zeit, welche die Sonne über dem Horizont zubringt

$$\frac{2m\tau}{\pi} \,.\, 12 = 12^h + \frac{24}{\pi} \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \omega \sin \alpha +$$

$$+ \frac{4}{\pi} \operatorname{tg}^3 \varphi \operatorname{tg}^3 \omega \sin^3 \alpha + \ldots\ldots;$$

Setzt man die Länge der Sonne am 1. Januar $= \lambda$, die mittlere Bewegung in der Ecliptik $= n$, so wird nach x Tagen vom 1. Januar angefangen die Sonne länger über als unter dem Horizont gewesen seyn, um

$$\frac{4 \operatorname{tg}\varphi \sin\omega + \frac{1}{2}\operatorname{tg}^3\varphi \operatorname{tg}^3\omega + 6 \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega \sin^2\frac{1}{2}\omega}{m\pi \sin\frac{1}{2}n} \,.\, (\cos(\lambda - \tfrac{1}{2}n) - \cos(\lambda - \tfrac{1}{2}n + xn))$$

$$- \frac{\frac{1}{6}\operatorname{tg}^3\varphi \operatorname{tg}^3\omega + 2 \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\omega \sin^2\frac{1}{2}\omega}{4\pi \sin\frac{3}{2}n} (\cos(3\lambda - \tfrac{3}{2}n) - \cos(3\lambda - \tfrac{3}{2}n + 3xn))$$

Die Einheit hiebei ist die Tageslänge, d. h. ein Zeitraum von 24 Stunden. Nach diesem Ausdrucke sind die Curven der Tafel IV. construirt. Ganz in derselben Art, wie in Tafel III. mit der monatlichen Temperatur verfahren wurde, kann man den Unterschied der Tag- und Nachttemperatur, welche nach §. 10 für einen Tag

$$= T - N = 3k\left(1 - \frac{c}{r}\right)$$

seyn wird, behandeln. Wo sich die Tageslänge im Laufe des Jahres nicht bedeutend ändert, kann der Unterschied der mittlern Tag- und Nachttemperatur constant angenommen werden. Ich habe in Tafel IV. unter den Curven der Tag- und Nachtlänge die Curve angegeben, woraus der Unterschied der mittlern Tag- und Nachttemperatur gerade so gefunden wird, wie man die mittlere Temperatur aus Tafel III. findet.

Die bedeutendste Schwierigkeit bietet die Construction der Tafeln V. und VI. dar, wodurch angegeben wird, wie lange das Thermometer *auf oder über* einem gegebenen Temperaturgrade steht, was man die *Dauer* der Temperatur nennen könnte.

Die Aufgabe hat gegen die vorhergehenden das Eigenthümliche, dass nicht eine *fortlaufende* Zeitperiode in Betracht kommt, sondern aus der ganzen Jahresdauer diejenigen Theile hervorgehoben und zu einer Summe vereiniget werden, wo die Temperatur zwischen gewissen Grenzen sich befindet.

Zur Erläuterung der Aufgabe und der angewendeten Auflösungsmethode verzeichne ich die Temperaturcurve für die geographische Breite von 25° (Tafel VIII.) und nehme an, es sey die Dauer der Temperatur von + 11° und darüber zu bestimmen, d. h. es sey die Zeit anzugeben, wie lange das Thermometer auf 11° oder darüber stehe.

Die drei Curven a b c, a′ b′ c′, a″ b″ c″ stellen die höchste Temperatur des Tages, die Temperatur bei Sonnenuntergang, und die Temperatur bei Sonnenaufgang vor. Würde die Thermometerröhre in senkrechter Stellung und in dem Zeitraume eines Jahres mit gleichförmiger Bewegung von A B nach C D gelangen, so würde die Oberfläche der Quecksilbersäule sich immer zwischen den Curven a b c und a'' b'' c'' aufhalten und in ihrer Bewegung die ganze zwischen diesen Curven enthaltene Fläche beschreiben.

Zum ersten Male im Jahre würde das Quecksilber 11° erreichen etwa am 13. März Nachmittags und würde nahe eine Stunde sich auf dieser Höhe erhalten: am folgenden Tage bliebe es länger auf gleicher Temperatur und bis zum 10. Mai würde der Stand von 11° und darüber die 24 Stunden andauern. Unsere Aufgabe ist, alle diese Stunden zu summiren bis zum 21. November, wo eine Wärme von 11° zum letzten Male im Jahre statt findet. Wir wollen indessen die Aufgabe so lösen, dass wir berechnen, wie lange das Quecksilber sich in jedem Raume $\alpha\,\gamma\;\alpha'\,\gamma'$, $\delta\,\zeta\;\delta'\,\zeta'$ aufhalte, woraus die gesuchte Grösse ohne Mühe durch Addition abzuleiten ist.

Der Raum $\alpha\,\beta\;\alpha'\,\beta'$ wird doppelt bei Tage beschrieben, und zwar einmal im Steigen Vormittags und einmal im Fallen Nachmittags: der Raum $\beta\,\beta'\;\gamma\,\gamma'$ wird einmal bei Tage beschrieben, Morgens nach Sonnenaufgang, und einmal Nachts. Wären die Geschwindigkeiten in den eben genannten Fällen c, c', c'', c''', so hätten wir die Zeit, welche die Oberfläche des Quecksilbers im Raume $\alpha\,\alpha'\;\gamma\,\gamma'$ verweilt bei Tage

$$\frac{\alpha\alpha'\,\beta\beta'}{c} + \frac{\alpha\alpha'\,\beta\beta'}{c'} + \frac{\beta\beta'\,\gamma\gamma'}{c''}$$

bei der Nacht $\dfrac{\beta\beta'\,\gamma\gamma'}{c'''}$

Zu der erstern Grösse käme noch eine Stunde für jeden Tag, wo das Quecksilber die Linie $\alpha\;\alpha'$ berührt.

Unsere Aufgabe wäre nun darauf zurückgeführt, die Räume $\alpha\alpha'\beta\beta'$, $\beta\beta'\gamma\gamma'$ und die Geschwindigkeiten c, c', c'', c''' zu berechnen.

Wie das erstere durch mechanische Quadratur geschehen könne, bedarf keiner weitern Erklärung. Was die Geschwindigkeiten betrifft, so sind sie für jeden Tag verschieden: man darf jedoch als eine genügende Approximation annehmen, dass das Resultat dasselbe seyn werde, als wenn der ganze Raum mit der mittleren Geschwindigkeit, womit das Quecksilber in den oben genannten Abtheilungen des Tages steigt und fällt, beschrieben würde.

Die Werthe der mittleren Geschwindigkeiten sind, nach der Tageslänge geordnet, folgende:

Halbe Tageslänge	$\frac{1}{c} + \frac{1}{c'}$	$\frac{1}{c''}$
2 Stunden	$\overset{\circ}{2},61$	$\overset{\circ}{1},00$
3	3,20	0,83
4	3,24	0,83
5	3,33	0,83
6	3,62	0,83
7	3,70	0,96
8	3,62	1,00
9	3,61	1,00
10	3,50	1,04

Es ist nicht nothwendig, die Multiplication der gemessenen Räume mit den obigen Zahlen selbst vorzunehmen; denn da es nur um Verhältnisszahlen zu thun ist, so steht es frei, irgend einen constanten Factor einzuführen: diesem gemäss dividire ich die gefundenen Factorn $\frac{1}{c} + \frac{1}{c'}$, $\frac{1}{c''}$ durch 3,6 und erhalte:

Halbe Tageslänge	$\frac{1}{c} + \frac{1}{c'}$	$\frac{1}{c''}$
2 Stunden	$1 + 0{,}30$	$\frac{1}{4} + 0{,}03$
3	$1 - 0{,}16$	$\frac{1}{4} - 0{,}02$
4	$1 - 0{,}16$	$\frac{1}{4} - 0{,}02$
5	$1 - 0{,}07$	$\frac{1}{4} - 0{,}02$
6	$1 + 0{,}01$	$\frac{1}{4} - 0{,}02$
7	$1 + 0{,}01$	$\frac{1}{4} + 0{,}02$
8	$1 + 0{,}01$	$\frac{1}{4} + 0{,}03$
9	$1 + 0{,}00$	$\frac{1}{4} + 0{,}03$
10	$1 - 0{,}03$	$\frac{1}{4} + 0{,}04$

Rechnet man bei Bestimmung des Flächeninhaltes der einzelnen Flächen $\alpha\,\alpha'$ $\beta\,\beta'$ u. s. w. in verticaler Richtung die Gradlänge und in horizontaler Richtung die Länge eines Monats als Einheit, so wird die Flächeneinheit = 108 Stunden = 4,5 Tage seyn. Um auch das Verweilen des Thermometerstandes auf der obern Linie $\alpha\,\alpha'$ in derselben Maasseinheit auszudrücken, hat man die Länge ihrer horizontalen Projection mit $\frac{1}{3,6}$ oder 0,277 zu multipliciren.

Es bleibt noch übrig, den Werth von c''' zu bestimmen. Nach dem Vorhergehenden ist $c''' = \frac{\frac{1}{4}\,k\tau}{12 - \tau}$ oder mit Auslassung des constanten Factors $= \frac{\tau}{12 - \tau}$.

Darauf erhält man folgende Werthe:

Halbe Tageslänge	$\frac{1}{c'''}$
1	11,00
2	5,00
3	3,00
4	2,00
5	1,40
6	1,00
7	0,71
8	0,50
9	0,33
10	0,20
11	0,09

Mit Beibehaltung der obigen Längeneinheiten erhält hier die Flächeneinheit den Werth von 6,25 Tagen.

§. 13.

Einfluss der Localität.

Bei der bisherigen Untersuchung beschäftigten wir uns mit einem Systeme der Wärme, welches dann statt finden würde, wenn alle besondern Localeinflüsse wegfielen: an dieses System haben wir nun die örtlichen Temperaturverhältnisse zu knüpfen, so dass man durch einen leichten Uebergang von der allgemeinen Form zur Kenntniss der für einzelne Orte geltenden Bestimmungen gelangen könne. Wie der Uebergang geschieht, erläutert kurz folgende Betrachtung. Die Bewegung der Temperatur wird einzig durch die Sonne hervorgebracht, welche nach ihrer Stellung und nach der geographischen Breite des Ortes verschieden einwirkt: die Localität kann keine Bewegung erzeugen, sondern nur die Grösse der Bewegung nach einem bestimmten Verhältnisse vermindern oder vermehren, d. h. die Grösse der Constanten modificiren. Demnach wird das Thermometer mit der Tages- und Jahreszeit überall nach dem allgemeinen Typus steigen und fallen, nur werden die Ordinaten nach der Localität einen besondern Werth erhalten.

Die Constanten, welche von der Localität abhängen, sind drei: nämlich die Grösse k, dann die Grössen b' und T (§. 9), welche wir durch zwei andere Constanten m'' und m', das Maximum und Minimum, ersetzen wollen: für irgend einen bestimmten Ort führen wir die Bezeichnungen M'', M', K ein.

In allen denjenigen Fällen, wo es sich nur um mittlere Temperatur handelt, fällt die Grösse k weg: und nur das jährliche Maximum und Minimum bedingen das Resultat. Hieher gehören die Ansätze der Tafeln I. und II.

Wollte man für irgend einen Ort dessen grösste und kleinste mittlere Tageswärme $= M''$ und M' sind, die Curven der mittleren Temperatur verzeichnen, so ist offenbar, dass wenn $M'' - M' = \alpha\,(m'' - m')$ gesetzt wird, alle Ordinaten der neuen Curve in dem Verhältnisse $1 : \alpha$ grösser ausfallen würden, als in der entsprechenden Curve der Tafel I., mithin wird die letztere Curve auch für den erstern Fall gültig seyn, wenn man die Scala im Verhältnisse $1 : \frac{1}{\alpha}$ verkleinert, und sie so stellt, dass der höchste und niedrigste Punct auf die Grade M'' und M' hintreffen. Dasselbe gilt von den Tafeln II. und IV.

In Tafel VII. habe ich für diejenigen Orte, deren Temperatur in dem Lehrbuche der Meteorologie von *Kämtz* angegeben ist, die Scalen verzeichnet. Die richtige Stellung des Nullpunctes der Scala erfordert, dass die starke horizontale Linie, welche unter den Namen der Orte steht, mit der starken Linie, welche in den Tafeln I., II., V., VI. auf — 12° fällt, coincidire. Unter der eben erwähnten Linie wird durch die geographische Breite die Curve angegeben, welche bei Anwendung der Scala zu gebrauchen ist.

Das Verfahren, wornach hier statt die Curve zu ändern nur eine neue Scala eingeführt wird, lässt sich auf den Temperaturgang der verschiedenen geographischen Breiten mit gleichem Rechte anwenden. Durch Herstellung der entsprechenden Scalen würde eine einzige Curve für alle geographischen Breiten gelten.

Die Ausdrücke, wornach die Curven der Tafeln IV. und V. sind construirt worden, enthalten ausser dem jährlichen Maximum und Minimum auch die Grösse k, welche die tägliche Oscillation des Thermometers bedingt.

Ist wie im Vorhergehenden $M'' - M' = \alpha \, (m'' - m')$, und zugleich $K = \alpha \, k$, so werden die Scalen der Tafel VII. auch in dem gegenwärtigen Falle gültig seyn, und sich auf die Tafeln IV. und V. anwenden lassen.

Wenn dagegen die Dauer der verschiedenen Temperaturgrade bei einem Orte anzugeben wären, wo dieses Verhältniss nicht statt fände, so bliebe nichts anderes übrig, als eine eigene Curve dafür zu zeichnen. Untersucht man aber, welchen Einfluss die tägliche Bewegung des Thermometers überhaupt äussert, und bedenkt man insbesondere, dass eine Abweichung der Grösse k von dem angenommenen Normalwerthe bei der Tag- und Nachttemperatur Correctionen der Dauer von entgegengesetzten Zeichen hervorbringt, so wird man sich überzeugen, dass durch Anwendung der Scalen auf die Tafeln IV. und V. ohne weitere Rücksicht auf k ein ziemlich genäherter Werth für die Temperaturdauer erhalten werde, wenn man nur vermeidet, Bestimmungen nahe an den beiden Enden der Curve zu suchen. Um den möglichen Fehler in solchem Falle zu schätzen, bemerke ich, dass eine Curve der Temperaturdauer für 45° Breite mit einem *doppelt so grossen* Werthe von k berechnet, zwischen den Grenzen + 7° und + 17° nirgends um *drei* Tage von der in Tafel V. verzeichneten Curve abweichen würde.

Erklärung und Gebrauch der Tafeln.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass in sämmtlichen Tafeln die Zeit (Monate und Tage) in horizontaler Richtung von der Rechten zur Linken gezählt werden, die Thermometergrade aber in verticaler Richtung von Unten nach Oben.

Gewöhnlich geben die Tafeln unmittelbar nur Monate oder Zeiträume von 10 Tagen, dann ganze Thermometergrade an. Sollen einzelne Tage und Zehntelgrade gefunden werden, so wird man am besten thun, diese Unterabtheilungen nach dem Augenmasse zu schätzen: man wird mit einiger Uebung auf solche Weise schnell und sicher zum Zwecke gelangen. Den Gebrauch der Tafeln werden folgende Aufgaben erläutern.

Aufgabe I. Die mittlere Temperatur eines gegebenen Tages im Jahre zu finden.

Diese Aufgabe wird durch die Tafel I. gelöst; so findet man

bei 50° Breite für den 20. Nov. + 3°,5
bei 30° „ „ „ 7. Apr. + 15,3
bei 65° „ „ „ 4. März — 9,0

Aufgabe II. Die höchste und tieſste Temperatur eines Tages oder eines gegebenen Zeitraumes zu finden.

Hiezu dient Tafel II.; so findet man z. B.

bei 45° für den 10. März höchste Temperatur + 7°,4,
tieſste Temperatur + 2°,7,

bei 55° ist in dem Zeitraume zwischen dem 20. Juni und 21. September die höchste Temperatur + 15°,7, die tieſste Temperatur + 6°,0, der erstere Stand tritt etwa am 24. Juli ein, der letztere am 21. September.

Die hier bezeichneten Temperatur-Extreme sind diejenigen, die vermöge des regelmässigen Ganges eintreten, und die also mit Sicherheit zu erwarten sind. Fragt es sich um die höchste und tieſste Temperatur, die *wahrscheinlich* eintreten können, oder die vermöge der Unregelmässigkeit des Klima *zu befürchten* sind, so muss man die Variation der Temperatur kennen. Man sucht alsdann den höchsten und tieſsten Stand der mittleren Temperatur aus Tafel I., setzt zu dem erstern die Variation hinzu und zieht sie von dem letztern ab, so erhält man die zu befürchtenden Temperatur-Extreme. Kennt man nicht aus der Beobachtung die Variation für den Ort, dessen Extreme gesucht werden, so kann man sich näherungsweise folgender Werthe (nach §. 11) bedienen:

Breite	Variation
	°
40°	6,3
45	6,8
50	7,4
55	8,0

Hätte man z. B. wie vorhin für 55° Breite die zu befürchtenden Extreme zwischen dem 20. Juni und 21. September zu suchen, so würde sich ergeben:

höchster Stand der mittlern Temperatur nach Tafel I. + 12°,6 (24. Juli) dazu die Variation 8°,0 addirt, giebt höchste Temperatur 20°,6;

tiefster Stand der mittlern Temperatur nach Tafel I. + 8°,3 (21. September), davon die Variation abgezogen, giebt tiefste Temperatur + 0°,3.

Aufgabe III. Die Zeit des Anfangs und Endes einer Temperatur, dann Temperaturgrenzen für gegebene Zeiträume zu finden.

Die hieher gehörenden Fragen beantworten die Tafeln I. und II., z. B.

bei 50° Breite trifft eine mittlere Temperatur von 10° zum ersten Male im Jahre ein am 13. Mai und zum letzten Male am 1. October, die Zwischenzeit beträgt 141 Tage;

bei 35° Breite ist der analoge Zwischenraum 285 Tage;

bei 45° Breite sinkt das Thermometer zwischen dem 5. April und 15. Nov. nicht unter 5° (Tafel II. tiefster Stand);

bei 15° Breite steigt das Thermometer vom 22. Nov. bis zum folgenden 1. März nie über 22°;

bei 45° Breite ist die Variation 6°,8, wenn also die mittlere Temperatur nicht über 6°,8 beträgt, so kann das Thermometer noch den Gefrierpunct erreichen: die mittlere Temperatur geht aber über 6°,8 zwischen dem 26. März und 18. November; in dieser Zeit ist also nicht zu befürchten, dass die Temperatur den Gefrierpunkt erreichen werde.

Aufgabe IV. Die mittlere Temperatur eines gegebenen Zeitraumes zu finden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch Tafel III. Man bezeichnet nämlich auf der entsprechenden Curve den Anfangs- und den Endpunct des gegebenen Zeitraumes, zieht durch diese zwei Puncte eine Linie, welche links und rechts die Scala der arithmetischen Mittel schneiden wird. Man bemerke nun zuerst an der rechts stehenden Scala, dann an der links stehenden Scala die Höhe, bei welcher sie von der Linie geschnitten werden, ziehe die letztere Höhe von der erstern ab, so hat man die mittlere Temperatur des Zeitraumes.

Z. B. bei 50° Breite die mittlere Temperatur der Monate Mai, Juni und Juli zu finden, lege man das Lineal so an (die Linie selbst braucht man nicht zu ziehen), dass es durch den 1. Mai und 31. Juli geht, so wird man finden

Scala rechts	18°,3
links	5,3
Mittlere Temperatur	+ 13,0

Man suche die mittlere Temperatur des Zeitraumes vom 10. März bis 25. October bei 45°, so findet sich

rechts 19°,7
links 6,7
+ 13,0 mittlere Temperatur.

Für den Zeitraum vom 20. August bis 15. December findet sich bei 70° Breite

rechts 4°,6
links 9,4
— 4,8 mittlere Temperatur.

Aufgabe V. Das Verhältniss von Licht und Wärme zu bestimmen.

Tafel IV. zeigt, um wie viel Tage (d. h. Zeitabtheilungen von 24 Stunden) die Sonne länger über als unter dem Horizont sich befindet: und zwar ist die Summe der Nächte kürzer als die Summe der Tage, wenn das Ende des Zeitraumes höher steht, als der Anfangspunct, im entgegengesetzten Falle ist die Summe der Nächte länger, z. B.

Bei 65° Breite ist der 1. März um eine Abtheilung höher als der letzte, d. h. die Summe der Nächte zwischen dem 1. und 31. März ist um 24 Stunden länger als die Summe der Tage.

Bei 40° Breite steht der 1. August um 5,6 Tage höher als der 1. Januar, um so viel ist also die Summe der Nächte kürzer.

Innerhalb der Wendekreise wird der Unterschied der Tag- und Nachtlänge nie beträchtlich: es bleibt auch der Unterschied der täglichen und nächtlichen Temperatur ziemlich constant = 2°,4.

Dieser letztere Unterschied ändert sich beträchtlich bei grösseren Breiten, in Tafel IV. ist die Linie dargestellt, welche nach Art der in Tafel III. verzeichneten Curven, zwischen 40 und 60° Breite den Unterschied der mittlern Tag- und Nachttemperatur angiebt. Z. B. für den Zeitraum vom 19. Mai bis 15. September hat man

Scala rechts 2°,8
links 0,1

2,7 Unterschied der mittlern Tag- und Nachttemperatur.

Für denselben Zeitraum hätte man

Unterschied der Tag- und Nachtlänge 15,8 Tage
die mittlere Temperatur überhaupt wäre nach Tafel III. + 13°,8

Hiernach hätte man folgende Zusammenstellung:

10. Mai bis 15. Sept. = 128 Tage mit + 13°,8 Wärme,

dabei beträgt

die Summe der Tageslängen 71,9 Tage mit 15°,0 m. Temp.
die Summe der Nachtlängen 56,1 Tage mit 12°,3 m. Temp *).

---

*) Die mittlere Temperatur der Tage ist $= 13^\circ{,}8 + \frac{71{,}9}{128}\, 2^\circ{,}7$; die mittlere Temperatur der Nächte $= 13^\circ{,}8 - \frac{56{,}1}{128}\, 2^\circ{,}7$ oder = der mittlern Temperatur der Tage — 2°,7.

Wo keine besondere Genauigkeit erfordert wird, kann man sich damit begnügen, die mittlere Temperatur um die Hälfte des Unterschiedes der Tag- und Nachttemperatur einmal zu vermehren und einmal zu vermindern, um die mittlere Tag- und Nachttemperatur zu finden.

Aufgabe VI. Die Dauer einer gegebenen Temperatur zu finden, d. h. anzugeben, wie lange das Thermometer auf oder über einem gegebenen Stande sich hält.

Man findet in Tafel V. und VI. die hiezu erforderlichen Curven dargestellt, und zwar wird in Tafel V. die Temperatur der Tage und Nächte getrennt, in Tafel VI. erscheinen sie zusammengesetzt.

Bei einer Breite von 55° dauert eine Temperatur von 8° und darüber

88 Tage mit Sonnenlicht,
36 Tage ohne Sonnenlicht.

Die ganze Dauer ist 124 Tage; und so lange wird auch nach Tafel VI. die Temperatur von 8° und darüber im ganzen Jahre dauern.

Will man noch überdiess die Zeit des Jahres wissen, in welche diese 124 Tage hineinfallen, so ersieht man aus Tafel II., dass das Thermometer zum ersten Male am 26. April und zum letzten Male am 13. October eine Höhe von 8° erreicht: zwischen diesen Grenzen ist also der obige Zeitraum enthalten.

Aufgabe VII. Die in den vorhergehenden Aufgaben für die Erde überhaupt gesuchten Grössen auch mit Berücksichtigung der Localität einzelner Orte zu finden.

Handelt es sich um die mittlere Temperatur der Tage, Monate u. s. w. (Tafel I., II., III.), so gilt die bereits gefundene Auflösung mit dem einzigen Unterschiede, dass sämmtliche Thermometergrade nach der Scala des fraglichen Ortes ausgedrückt werden müssen. Die Scalen der Orte, deren Temperatur in *Kämtz* (Lehrbuch der Meteorologie S. 89 sqq.) angegeben wird, finden sich in Tafel VII. zusammengestellt, und zwar ist die Stellung des

Nullpunctes so genommen, dass der starke Strich, der unter den Namen der Orte steht, mit — 12° der allgemeinen Scala (in Tafel I., II., V., VI. ebenfalls durch einen starken Strich bezeichnet) zusammenfallen muss. Desshalb wird immer beim Uebertragen der allgemeinen Scala auf die örtlichen Scalen, so wie bei dem umgekehrten Verfahren (wobei man sich des Zirkels am bequemsten bedienen wird) die eine Zirkelspitze in den genannten starken Strich anzusetzen seyn.

Wir haben bei der ersten Aufgabe gefunden, dass bei 50° Breite die Temperatur vom 20. November + 3°,5 ist. Wäre die Bestimmung auf London zu beziehen, welches zu 50° gehört, so müsste man aus Tafel I. die Höhe des Punctes + 3°,5 der Scala über der Grundlinie (— 12°) mit dem Zirkel nehmen und auf die Scala von London übertragen. Auf solche Weise findet man, dass + 3°,5 der allgemeinen Scala auf + 4°,9 der Londoner Scala fällt. Die mittlere Temperatur vom 20. November ist also in London + 4°,9.

Bei 65° Breite war die mittlere Temperatur vom 4. März — 9°,0: für Uleo findet man — 0°,8 und für Umeo — 5°,2.

Die Variation für Würzburg ist 8°,5; am 20. April und 20. October ist die mittlere Temperatur in Würzburg + 8°,5: an diesen zwei Tagen kann also das Thermometer auf 0° fallen: in der Zwischenzeit ist aber eine Temperatur von 0° mit Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten.

Die Tafeln V. und VI. hängen nicht allein von dem jährlichen Gange der Temperatur, sondern auch von der täglichen Bewegung ab: indessen ist der Einfluss der letztern wenig bedeutend und man darf die vorhergehende Regel auch auf diese Tafeln, wenn die Abweichung der täglichen Oscillation von der angenommenen

Norm nicht sehr gross ist, ohne Bedenken anwenden. So dauert eine Temperatur von 10° und darüber

in Berlin	129 Tage,
in London	137 Tage,
in Regensburg	123 Tage,
am Peissenberg	82 Tage,
in Petersburg	90 Tage

u. s. w.

Die Anwendung der Tafel IV. auf besondere Localitäten erfordert eine genaue Kenntniss des täglichen Ganges der Wärme, worüber wir sehr wenige Bestimmungen bisher besitzen.

Ist aber für einen bestimmten Ort die Grösse des täglichen Steigens und Sinkens der Temperatur bekannt, so kann man nach §. 10 und 12 die Tafel für einen solchen Fall anwendbar machen.

Zusatz.

Täglicher Gang der Temperatur, abgeleitet aus den an der Königlichen Sternwarte bei München mit einem registrirenden Thermometer angestellten Beobachtungen.

Es ist oben bei der Darstellung des täglichen Ganges der Temperatur bemerkt worden, dass die vorhandenen stündlichen Beobachtungen von Padua, Leith und Apenrade zu wenig zahlreich sind, um ein zuverlässiges Erfahrungsresultat zu begründen; an welches die Theorie möglichst genau angeschlossen werden sollte. In der Absicht, neue Data in dieser Beziehung zu gewinnen, liess ich im Jahre 1838 an der Königlichen Sternwarte ein registrirendes Thermometer von eigenthümlicher Construction einrichten, wodurch für *jede Stunde* der Thermometerstand aufgezeichnet wird. Als eine wesentliche Bestimmung bemerke ich, dass die Temperatur der freien Luft auf einen *geraden Messingdrath* von etwa 1 $\frac{1}{3}$ Pariser Linien Durchmesser und 34 Fuss Länge einwirkt, wovon das eine Ende in einer Mauer befestiget ist, das andere Ende aber mit einer Art Zeigerwerk in Verbindung steht. Die Regulirung d. h. die Bestimmung des Eispunctes und der Länge der Grade geschah durch Vergleichung mit dem bei den hiesigen meteorologischen Beobachtungen gebrauchten Quecksilberthermometer: dass dessen ungeachtet der Gang beider Instrumente nicht vollkommen derselbe seyn würde, liess sich leicht voraussehen, da der Messingdrath mit einer ausgedehntern Luftmasse in Berührung steht, auch in einem andern Verhältnisse die Wärme leitet und von der Feuchtigkeit afficirt wird, als die Thermometerkugel. Häufige Beobachtungen, welche angestellt wurden, um den Unterschied des Ganges zu bestimmen, gewährten das Resultat, dass bei *schnellem* Steigen und Fallen der Temperatur das Metallthermometer im Durchschnitte etwa $\frac{1}{2}$ Grad gegen das Quecksilberthermometer zurückblieb: stationär oder langsam zu- und abnehmende Temperaturen zeigten beide gleich, wenigstens ohne constanten Unterschied.

Es würde nicht schwer gewesen seyn, die Angaben des registrirenden Thermometers nach den gemachten Vergleichungen auf das Quecksilberthermometer zu reduciren: ich gebe indessen vorläufig die Resultate des erstern Instrumentes unverändert, wie sie gewonnen wurden, um so mehr als es unzweckmässig wäre, eine Reduction in dem eben angedeuteten Sinne vorzunehmen, ehe die

Frage entschieden ist, ob die Angaben eines in gewöhnlicher Weise ausgehängten Quecksilberthermometers als *normal* angenommen und an dieselben sämmtliche Temperaturbeobachtungen angeschlossen werden sollen.

Die stündlichen Beobachtungen, worauf folgende Tabelle sich gründet, fingen mit dem 4. Mai 1838 an, und umfassen ein volles Jahr, jedoch nicht ohne zufällige Unterbrechungen. Die erste Lücke findet sich in der zweiten Hälfte des September, wo mehrere Tage nicht beobachtet wurde: nur die erste Hälfte des Monats ist in Rechnung genommen worden. Im December wurde die Beobachtung auf einige Zeit unterbrochen, während das registrirende Barometer (welches mit dem Thermometer verbunden ist) eine veränderte Einrichtung erhielt: und im Januar legte sich unter dem Zeigerwerke Eis an, was die Angaben des Instrumentes auf mehrere Tage unsicher machte. Ich habe beide Monate bei der Berechnung weggelassen, um so mehr als es keine Schwierigkeit haben wird, das was im ersten Jahre mangelhaft gelassen wurde, in den folgenden Jahren mit Sicherheit zu ersetzen.

Bei Herstellung der folgenden Tabelle nahm ich das arithmetische Mittel der 24 stündlichen Beobachtungen als mittlere Temperatur des Tages an, und indem ich diese Grösse von den Thermometerständen der einzelnen Stunden abzog, ergab sich, um wie viel das Thermometer in jeder Stunde über oder unter dem Mittelstande war. Diese letzteren Grössen sind in der Tabelle angegeben.

Täglicher Gang der Temperatur in München, beobachtet vom 4. Mai 1838 bis 4. Mai 1839.

	Stunden	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
	12	−0,63	−0,82	−0,63	−2,39	−2,37	−2,37	−2,29	−1,65	−1,41	−0,84
	1	−0,36	−0,95	−0,85	−2,92	−2,80	−2,87	−2,17	−2,28	−1,28	−0,60
	2	−0,52	−1,18	−1,10	−3,29	−2,97	−2,81	−2,09	−2,47	−1,65	−0,67
	3	−0,66	−1,41	−1,13	−3,66	−3,22	−3,30	−2,74	−2,37	−1,91	−0,79
	4	−0,75	−1,50	−1,37	−3,82	−3,39	−3,45	−2,92	−2,50	−2,14	−0,99
	5	−0,84	−1,51	−1,30	−3,85	−3,45	−3,55	−3,51	−2,91	−2,13	−0,88
	6	−0,92	−1,52	−1,26	−3,20	−1,94	−3,11	−3,38	−2,55	−2,11	−1,00
	7	−0,88	−1,44	−0,85	−1,66	−1,07	−1,47	−1,80	−2,03	−2,05	−1,04
	8	−0,90	−0,92	−0,18	−0,34	+0,23	+0,17	−0,61	−0,78	−1,35	−0,92
Vormittag	9	−0,99	−0,31	−0,81	+1,39	+0,88	+1,16	+0,60	−0,37	−0,33	−0,68
	10	−0,47	+0,05	+1,20	+1,72	+1,81	+1,93	+1,45	+1,10	−0,31	−0,09
	11	+0,27	+0,85	+1,88	+2,77	+2,43	+2,27	+2,37	+1,86	+0,95	+0,40
Nachmittag	12	+0,75	+1,58	+2,52	+2,78	+2,80	+2,70	+2,75	+2,62	+1,97	+1,28
	1	+1,34	+1,94	+2,92	+3,25	+2,90	+2,52	+3,10	+3,16	+2,68	+1,64
	2	+1,60	+2,02	+2,64	+3,26	+3,04	+3,01	+3,70	+3,12	+2,81	+1,81
	3	+1,88	+2,01	+2,68	+3,63	+3,09	+3,29	+3,41	+3,38	+2,77	+1,60
	4	+1,55	+1,59	+2,60	+3,65	+3,18	+3,21	+3,07	+3,56	+2,46	+1,43
	5	+1,10	+1,49	+2,50	+2,90	+2,36	+2,71	+2,70	+3,06	+1,99	+0,90
	6	+0,50	+0,94	+1,95	+2,16	+2,29	+1,87	+1,82	+1,31	+1,17	+0,31
	7	+0,18	+0,46	+1,17	+1,04	+1,03	+1,48	+0,71	+0,29	+0,88	+0,17
	8	+0,01	+0,04	+0,83	+0,03	−0,04	+0,44	−0,18	−0,66	+0,39	+0,04
	9	−0,36	−0,25	+0,14	−1,03	−1,16	−0,49	−0,80	−0,91	−0,04	+0,04
	10	−0,46	−0,60	−0,26	−1,00	−1,76	−1,33	−1,27	−1,23	−0,24	−0,33
	11	−0,55	−0,64	−0,43	−2,19	−1,94	−2,02	−1,74	−1,50	−1,22	−0,79
	12	−0,63	−0,82	−0,63	−2,39	−2,37	−2,37	−2,29	−1,65	−1,41	−0,84

Sucht man die Zeit des Minimums aus diesen Angaben abzuleiten, so gelangt man zu folgenden approximativen Bestimmungen:

Zeit des täglichen Minimums.

Februar	$1^{h},4$	nach	Sonnenaufgang
März	0,3	nach	"
April	1,0	vor	"
Mai	0,1	nach	"
Juni	0,5	nach	"
Juli	0,4	nach	"
August	0,5	nach	"
September	0,4	vor	"
October	1,8	vor	"
November	0,4	vor	"

Im Mittel trifft also die niedrigste Temperatur genau mit dem Aufgange der Sonne zusammen.

Die Zeit des Maximums fällt im Mittel auf 3 Uhr Nachmittags: die Bestimmungen der einzelnen Monate finden sich in folgender Uebersicht mit den analogen Angaben, die aus den Beobachtungen von Padua und Leith abgeleitet worden, zusammengestellt.

Zeit des täglichen Maximums.

	München	Padua	Leith
	h	h	h
Febr.	2,9	1,8	1,9
März	2,5	2,4	2,6
April	3,2	3,5	3,6
Mai	3,5	2,3	3,8
Juni	3,6	2,3	3,7
Juli	3,3	2,2	4,1
Aug.	2,2	2,3	3,7
Sept.	3,8	1,9	2,5
Oct.	2,5	2,1	1,4
Nov.	2,0	1,3	1,7

Die Zeiten des Maximums und Minimums lassen sich mit den oben entwickelten Grundsätzen nur unvollkommen vereinigen und die weitere Vergleichung der einzelnen Stunden mit den Bestimmungen der Theorie führt nahe auf ähnliche Differenzen, wie wir oben S. 27 u. 28 gefunden haben: dass indessen die Differenzen in grossem Maasse der Unsicherheit der Beobachtungsresultate zur Last fallen, wird sich genügend herausstellen, wenn man die Monate Mai und Juni des Jahres 1839 mit denselben Monaten von 1838 zusammenhält.

Jahrgang 1839.

	Mai	Juni
h	°	°
12	— 1,66	— 2,73
1	— 1,49	— 3,00
2	— 2,23	— 3,46
3	— 2,34	— 3,78
4	— 3,02	— 3,91
5	— 2,98	— 3,84
6	— 2,59	— 2,67
7	— 1,79	— 1,07
8	— 0,44	+ 0,76
9	+ 0,44	+ 1,61
10	+ 0,98	+ 2,09
11	+ 1,57	+ 2,43
12	+ 2,55	+ 2,19
1	+ 2,94	+ 3,28
2	+ 3,18	+ 3,14
3	+ 2,81	+ 3,39
4	+ 2,52	+ 3,20
5	+ 2,25	+ 3,05
6	+ 1,58	+ 2,40
7	+ 0,63	+ 1,42
8	+ 0,06	+ 0,33
9	— 0,51	— 0,87
10	— 1,16	— 1,60
11	— 1,39	— 2,33
12	— 1,66	— 2,73

Wäre die Bewegung der Temperatur an ganz heitern Tagen zu untersuchen, so würde man mit einer weniger ausgedehnten Beobachtungsreihe sichere Resultate erlangen: bedenkt man dagegen, dass diese regelmässige Bewegung durch Winde, Nebel und Wolken, Regen und Schnee fast unaufhörlich gestört wird, so kann man leicht ermessen, dass erst durch Vereinigung mehrerer Jahrgänge die Unregelmässigkeiten ausgeglichen werden können.

Um auch für den Gang der Wärme, welcher bei vollkommen heiterm Himmel statt findet, aus der Beobachtung vorläufig eine genäherte Bestimmung *) zu erlangen und zugleich auf eine wesentliche Rücksicht, welche bei der Theorie nicht ausser Acht zu lassen ist, aufmerksam zu machen, hebe ich die ganz heitern Tage, welche seit Aufstellung des registrirenden Thermometers vorgekommen sind, heraus, und stelle sie folgendermassen in Gruppen nach der Tageslänge zusammen:

			h
1838 Nov. 10. 27	mittlere	Tageslänge	9,1
1838 Oct. 17. 22.	„	„	10,5
1839 März 2. 3. 15.	„	„	11,3
1838 Sept. 1. 2. 4. 5.	„	„	13,2
1838 Aug. 5. 12. 16. 19.	„	„	14,4
1838 Mai 4. 5. 8. 12. 13.	„	„	14,8
1839 Mai 30., Juni 8. 11. 20., Juli 5. 7. 11.	„	„	15,9

---

*) Es dürfte nicht überflüssig seyn zu bemerken, dass die bisweilen versuchte Darstellung des Temperaturganges durch Reihen von Sinussen und Cosinussen der Zeit, deren Coefficienten aus der Beobachtung abgeleitet werden, nur ein Interpolationsverfahren ist, wodurch man für jede beliebige Zahlenreihe eine Formel erhalten kann. Solche Reihen sind bedeutungslos, wo es sich darum handelt, den Zusammenhang der Erscheinungen mit ihren Ursachen zu entwickeln.

Temperaturgang bei heiterm Himmel.

h	°	°	°	°	°	°	°
1	−2,2	+5,2	−3,8	+ 5,2	+ 8,4	+ 4,9	+ 8,5
2	−1,8	+5,1	−4,1	+ 4,7	+ 8,4	+ 4,2	+ 8,0
3	−1,8	+5,0	−4,7	+ 4,6	+ 7,4	+ 3,8	+ 7,8
4	−2,0	+4,5	−4,8	+ 3,9	+ 7,4	+ 3,5	+ 7,8
5	−2,0	+4,4	−4,8	+ 3,5	+ 6,9	+ 3,5	+ 8,2
6	−2,4	+5,2	−4,9	+ 4,1	+ 7,1	+ 4,0	+ 9,7
7	−2,6	+4,6	−5,0	+ 6,3	+ 9,5	+ 6,0	+11,0
8	−1,8	+5,0	−5,5	+ 8,9	+11,9	+ 8,4	+13,2
9	−0,7	+5,6	−4,8	+10,5	+12,9	+11,0	+14,6
10	−0,3	+6,4	−5,2	+12,0	+14,3	+12,3	+15,2
11	+0,3	+6,7	−4,4	+12,9	+15,2	+13,4	+15,7
Mittag 12	+1,1	+7,5	−3,4	+13,8	+15,7	+13,9	+16,2
1	+2,0	+7,8	−2,6	+14,4	+16,4	+14,5	+16,7
2	+2,2	+7,9	−1,6	+14,8	+17,2	+14,9	+17,2
3	+2,2	+8,0	−1,5	+15,1	+17,1	+15,3	+17,4
4	+1,6	+7,1	−1,7	+15,4	+17,2	+15,2	+17,2
5	+0,9	+6,2	−1,8	+14,8	+16,7	+15,0	+17,4
6	−0,1	+7,1	−2,3	+14,1	+16,3	+14,6	+17,0
7	−0,5	+6,8	−2,4	+11,9	+14,6	+12,9	+16,4
8	−0,6	+5,5	−2,1	+10,3	+12,5	+12,1	+14,7
9	−0,8	+5,2	−2,6	+ 9,6	+11,4	+ 9,9	+13,3
10	−1,0	+4,3	−2,4	+ 8,4	+10,2	+ 8,9	+12,1
11	−1,5	+3,3	−2,7	+ 7,7	+ 9,2	+ 7,3	+11,7
12	−1,9	+3,2	−2,7	+ 7,5	+ 8,9	+ 6,5	+10,5
	h	h	h	h	h	h	h
Mittl. Tageslänge	9,1	10,5	11,3	13,2	14,4	14,8	15,9

Die Beobachtungsresultate sind von zufälligen Einflüssen, wozu hauptsächlich die wechselnde Einwirkung des Windes zu rechnen ist, nicht hinreichend befreit, und desshalb auch mit keinem einfachen und naturgemässen Gesetze genau zu vereinigen, jedoch stimmen sie im Allgemeinen mit der vorhergehenden theoretischen Entwickelung überein. Rücksichtlich des bei Tage statt findenden Temperaturganges ist ein wesentlicher Umstand hier hervorzuheben. In der Nähe des Aequators, wo ein gleichmässiger Zustand der Atmosphäre statt findet, und die Zu- oder Abnahme der mittlern Temperatur von einem Tage zum andern fast unmerklich ist, kommt das Thermometer bei Sonnenaufgang zu demselben Stande zurück, von welchem es am vorhergehenden Morgen ausgegangen war. Ganz anders ist es in unserm Klima, wo die mittlere Temperatur bei eintretendem heiterm Wetter von einem Tage zum andern *schnell* wächst. In Folge dieses Verhältnisses bilden die oben gegebenen Beobachtungszahlen keine zurückkehrende Reihe und die letzte Zahl (die Temperatur von 12^h, Mitternacht) schliesst sich an die erste (Temperatur von 1^h nach Mitternacht) nicht an. Um die Zunahme der mittlern Temperatur abzusondern und den täglichen Gang den Voraussetzungen der Theorie gemäss rein zu erhalten, müsste man von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang die Correction

$$-at$$

und von Sonnenuntergang bis Mitternacht die Correction

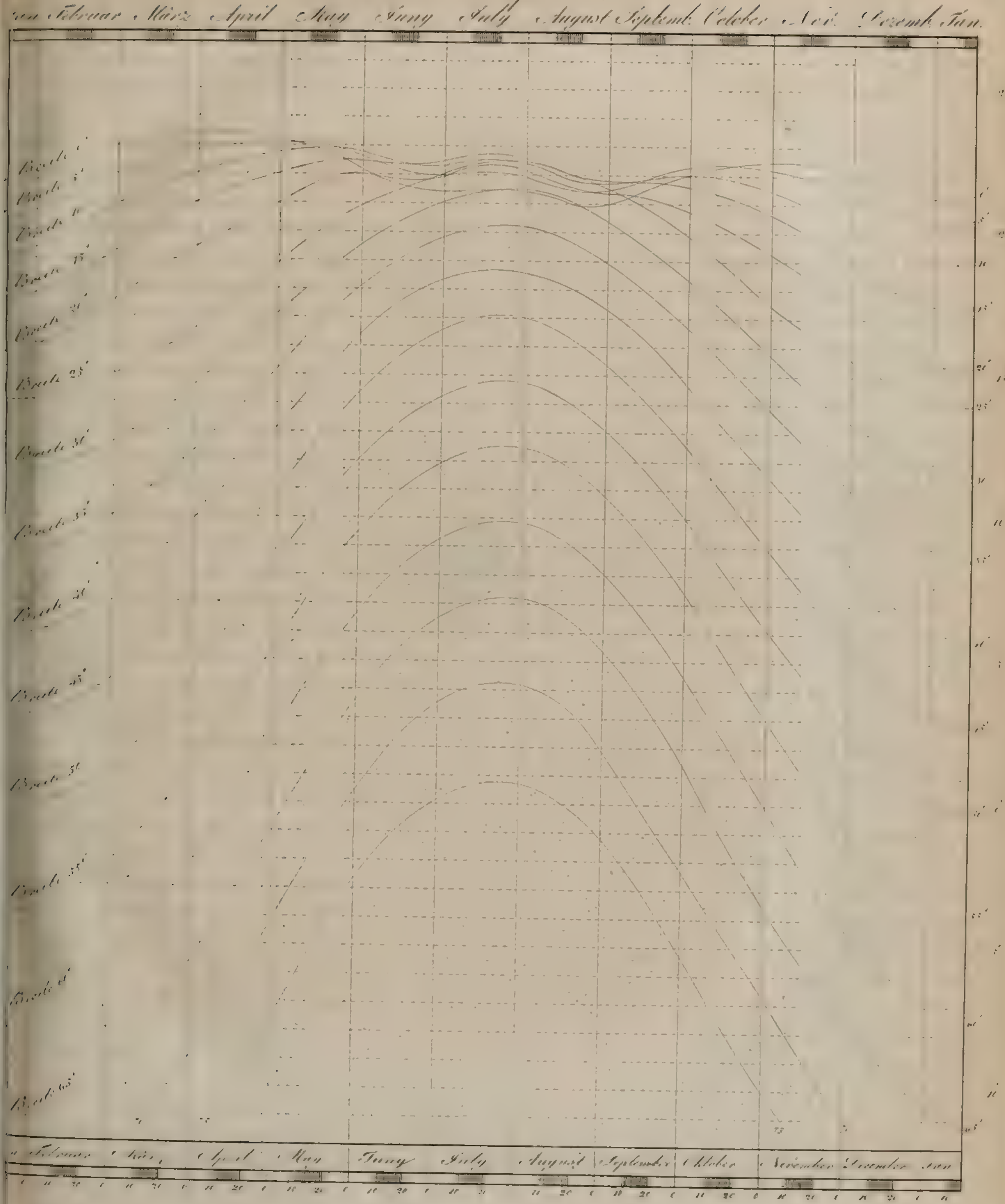
$$-2a\tau$$

anbringen, wo a eine Constante, t die Zeit von Sonnenaufgang in Stunden gezählt, und τ die halbe Tageslänge bedeutet. Die Constante a ist so zu bestimmen, dass der Uebergang von 12^h auf 1_h nach Mitternacht mit der übrigen Reihe harmonire.

Uebrigens soll diese Correction hier nur angedeutet werden: die Anwendung derselben bei den obigen Zahlen würde sie der Theorie nähern, ohne sämmtliche Unregelmässigkeiten zu entfernen.

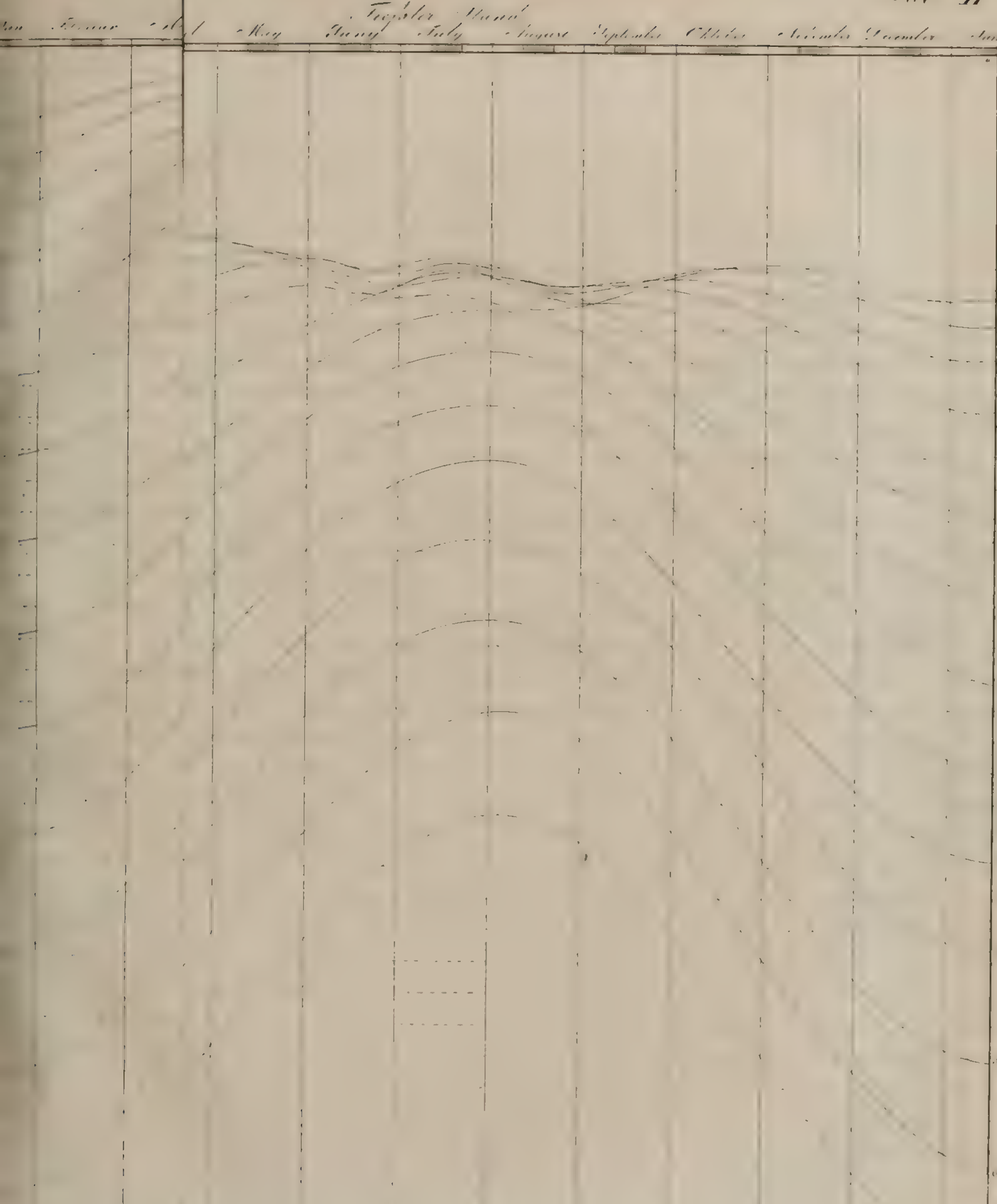
Mittlere Temperatur

Tab. I.



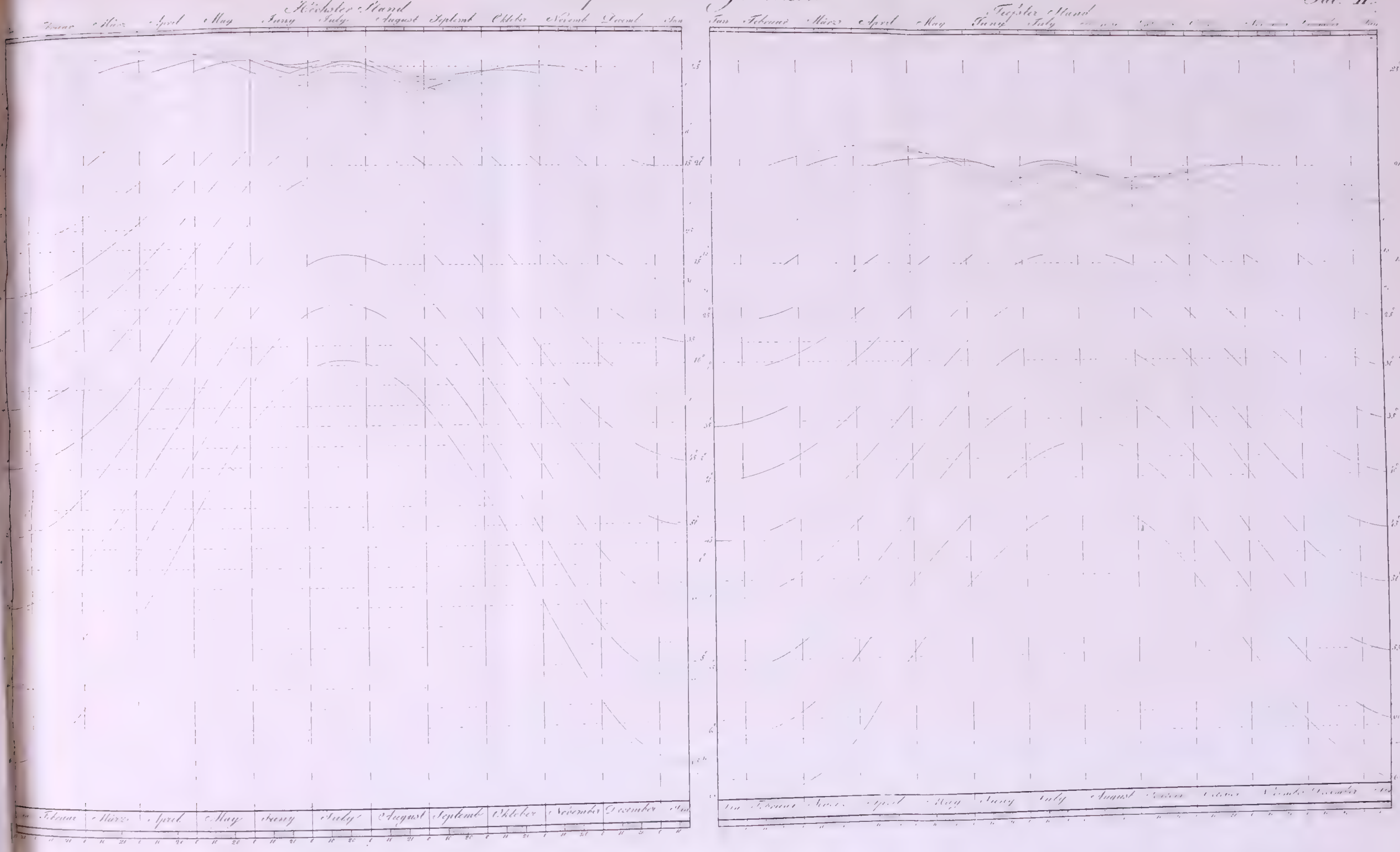
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

Tab. II


Tiefster Stand
Jan
Februar
Mar
May
Juny
July
August
September
October
November
December
Jan
Jan
Februar
Marz
May
Juny
July
August
Septemb.
October
November
December
Jan
1
11
21

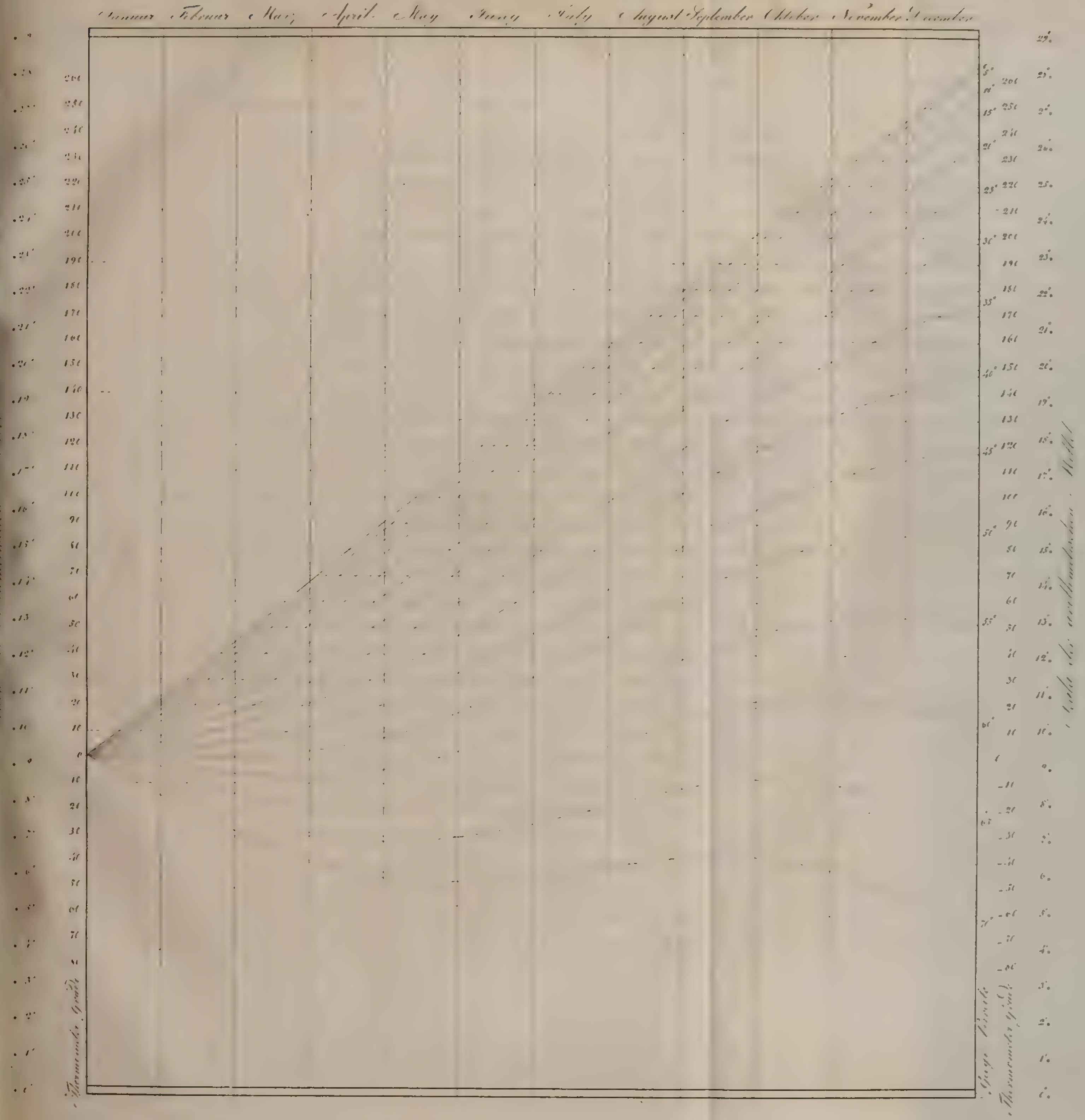
Temperatur-Grenzen

Tab. II.



Summe der monatlichen Thermometer-Stände.

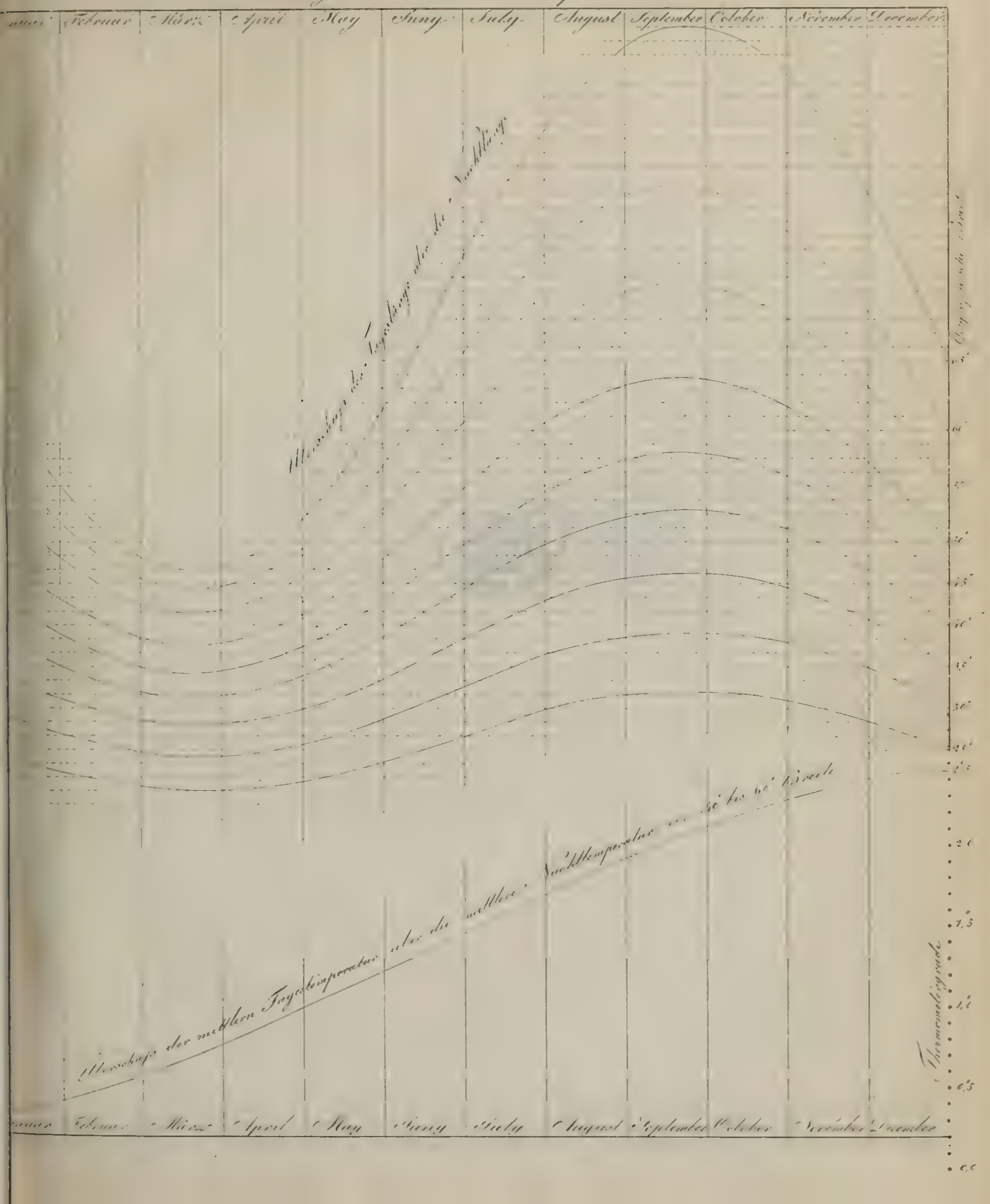
Tab. III



BRITISH

Tab. IV.

Unterschied der Tages- und Nachtlänge und Unterschied der mittleren Tages- und Nacht-Temperatur.

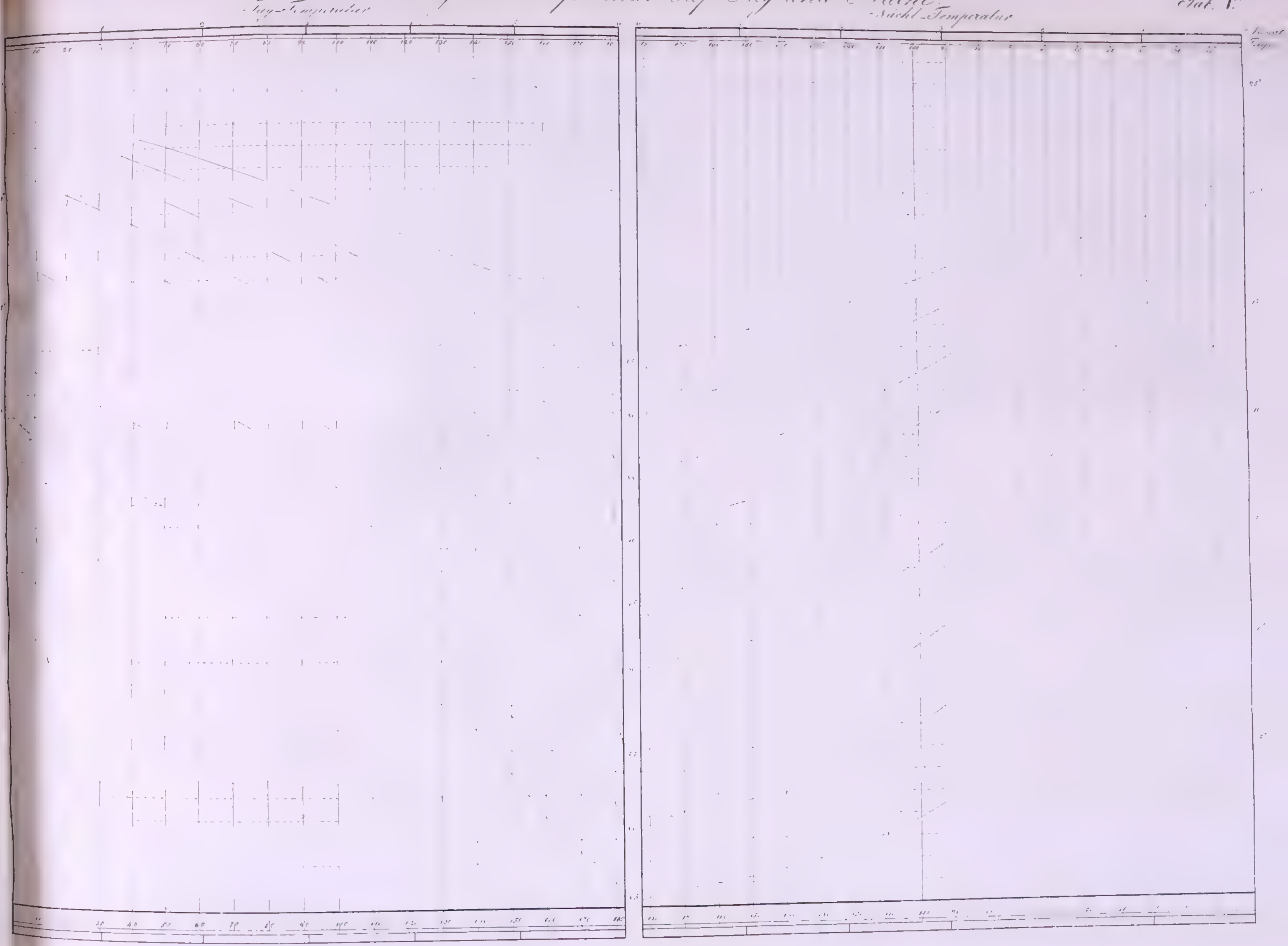


BRITIS
NATURAL HISTORY

NATURAL HISTORY.

Vertheilung der Temperatur auf Tag und Nacht.

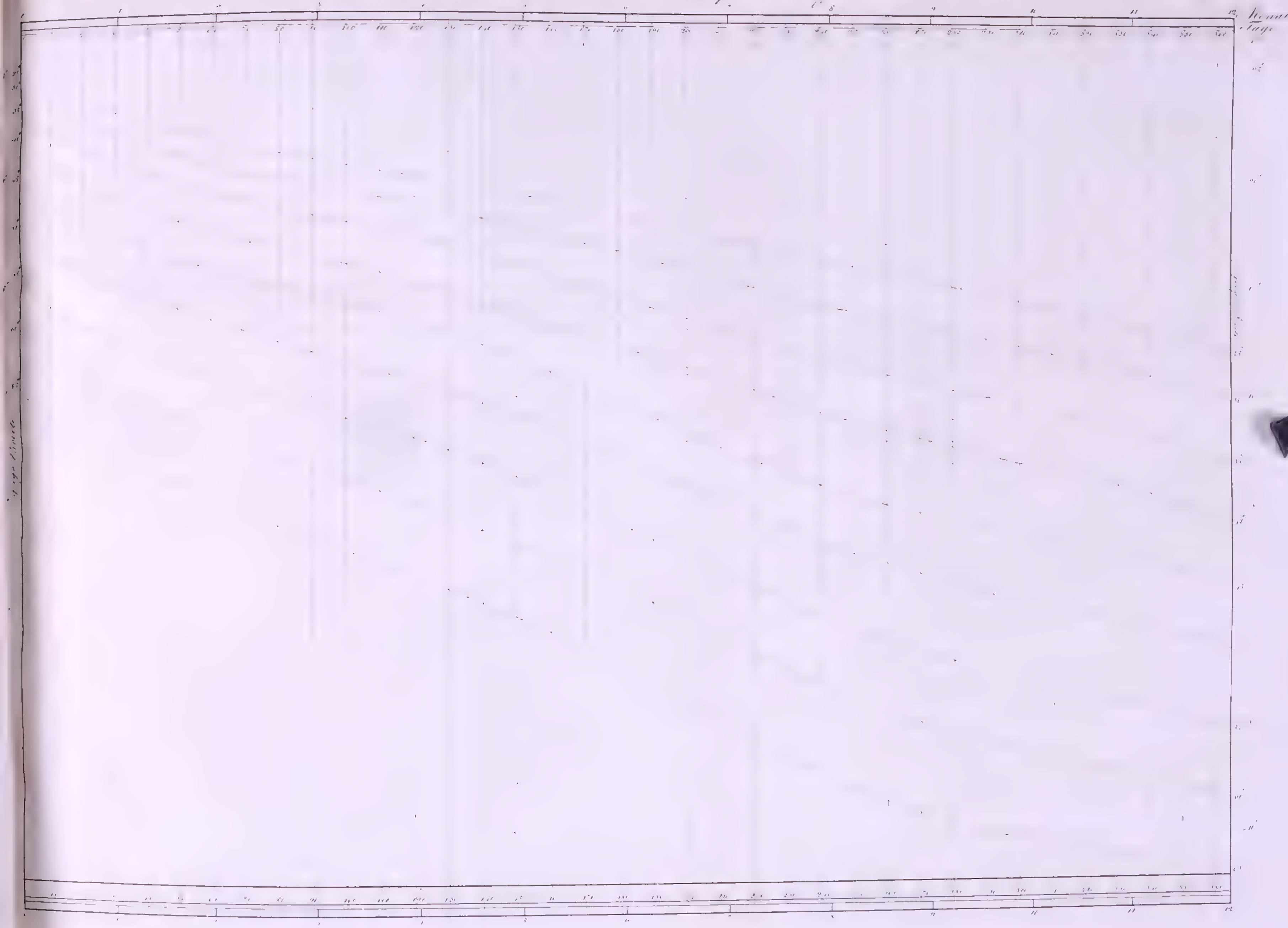
Tab. V.



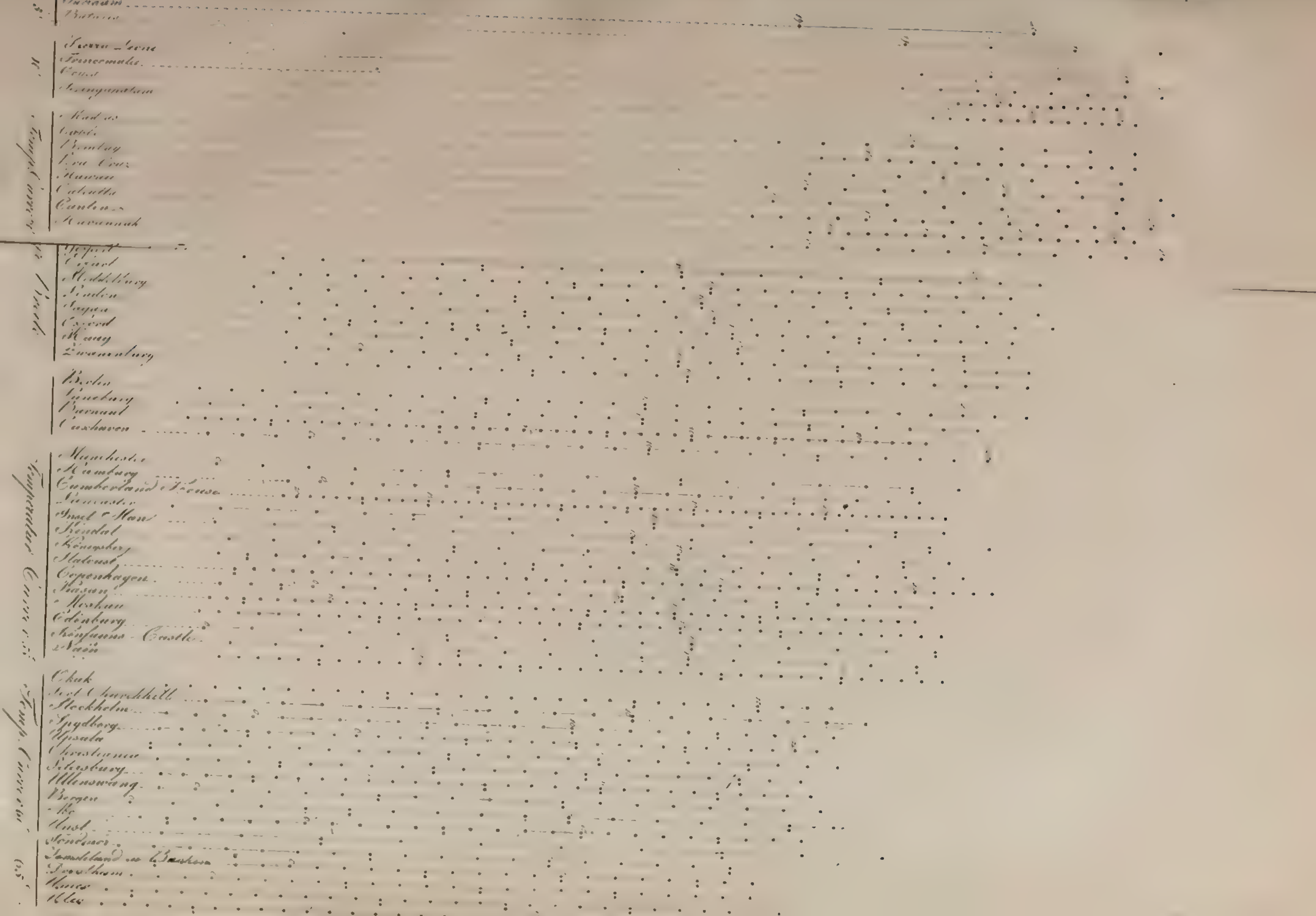
NATURAL HISTORY

Dauer der einzelnen Temperaturgrade

Tab. VI

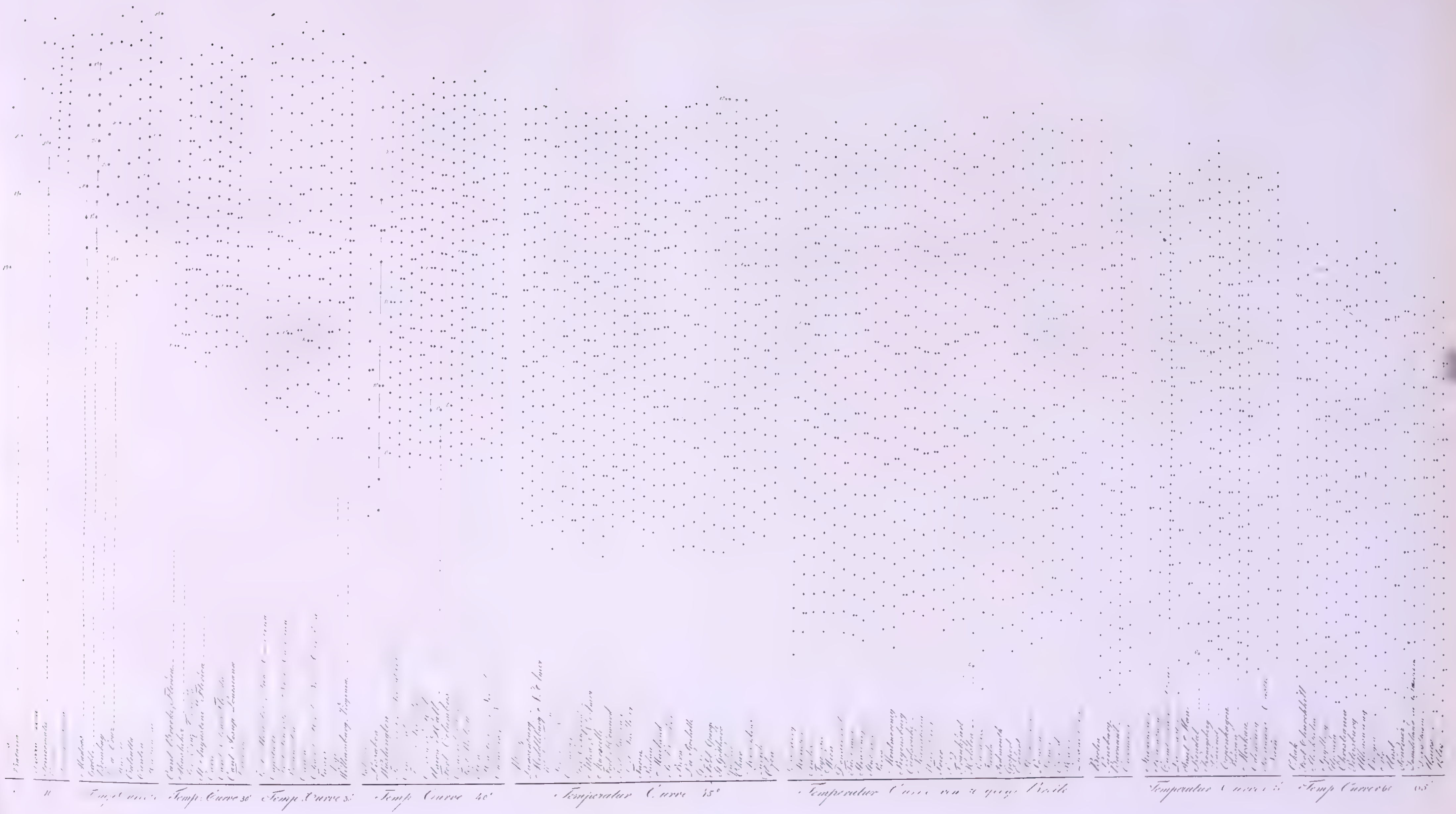


Taf. VII.

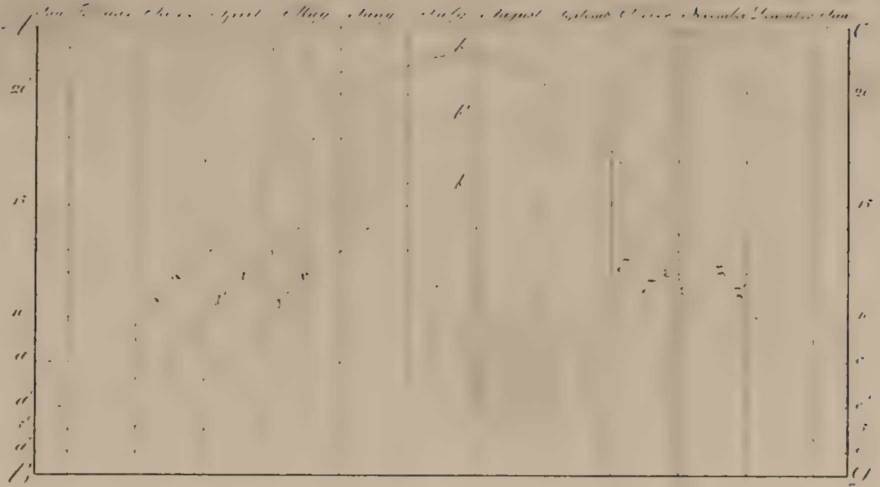

5°
Surinam
Batavia
10°
Sierra Leone
Trincomale
Goree
Seringapatam
Temp. Curven
Madras
Cairo
Bombay
Vera Cruz
Havana
Calcutta
Canton
Savannah
Curven
Middelburg
London
Oxford
Zwanenburg
Berlin
Lüneburg
Cuxhaven
Temperatur Curven 55°
Manchester
Hamburg
Cumberland House
Lancaster
Kendal
Königsberg
Slatoust
Copenhagen
Kasan
Moskau
Edinburg
Kinfauns Castle
Nain
Temp. Curven 60°
Okak
Fort Churchill
Stockholm
Upsala
Christiania
Petersburg
Ullensvang
Bergen
Sondmör
65°

Taf. VIII

Temperatur = Scalen



Tab. VIII.



BRITISH NATURAL HISTORY

II.

Ueber die
Anwendbarkeit der imaginären Zahlformen
in der Geometrie

von

Franz Moth,

k. k. Professor.

Mit einer Figurentafel.

Ueber die
Anwendbarkeit der imaginären Zahlformen
in der Geometrie

von

Franz Moth,

k. k. Professor.

Die positiven und negativen Zahlen sind schon seit Langem zur Darstellung des Gegensatzes der Grössen gebraucht worden. Wenn die Gegenstände dieser Art in eine Reihe geordnet sind, welche durch

$$\ldots \mathrm{W},\ \mathrm{P},\ \mathrm{O},\ \ldots$$

vorgestellt werden mag, und angenommen wird, dass die Relation des W zu P als der Relation des P zu O u. s. w. gleich betrachtet werden kann; wenn endlich der Uebergang (die Relation) von einem Gliede zum andern durch + 1 dargestellt wird; so muss der Uebergang vom letztern zum erstern durch — 1 vorgestellt werden. Zur Darstellung des Uebergangs von einem Gliede der Reihe zu einem andern derselben sind die beiden Einheiten + 1 und — 1 hinreichend. Wenn daher die Relationen von W zu P, von P zu O u. s. w. als *positiv* betrachtet werden, so sind die Relationen von O zu P, von P zu W u. s. w. als *negativ* anzusehen.

Wenn sich die Gegenstände nicht mehr in einer einzigen Reihe anordnen lassen, wenn sie sich *in Reihen von Reihen* dargestellt finden, und wenn es sich mit den Relationen dieser Reihen gegen einander selber wieder so verhält, wie vorher mit den Gliedern einer und derselben Reihe, so sind die Zeichen + 1, — 1 zur Darstellung der Relationen der Glieder von was immer für einer dieser Reihen zu den verschiedenen Gliedern jeder der andern Reihen unzureichend, und es bedarf hierzu noch zweier anderer Zeichen + i, — i, deren Gegenstände in eben demselben Verhältnisse des Gegensatzes sich befinden, in welchem die, durch die frühern Zeichen + 1, — 1 vorgestellten Gegenstände zu einander stehen. Um daher den Uebergang von einem Gliede einer der Reihen zu einem andern Gliede einer, von dieser verschiedenen, Reihe vorstellig zu machen, sind die vier Zeichen

$$+1;\ -1;\ +i;\ -i$$

hinreichend. Diese verschiedenen Verhältnisse, welche unter den Gliedern gegebener Reihen obwalten, lassen sich durch eine räumliche Darstellung anschaulich machen (Fig. I.). Man stelle sich daher in einer unbegrenzten Ebene zwei Systeme von äquidistanten Parallelen vor, die einander rechtwinklicht durchkreuzen, und nehme ihre Durchschnittspunkte zu Symbolen für die verschiedenen, vorhin erwähnten Relationen an. Jeder Punkt, wie etwa P, hat vier benachbarte, durch W, O, N, S bezeichnete Punkte. Wenn man nun die Relation jenes Punktes P zu einem dieser vier Punkte, etwa zum Punkte N, durch + 1 bezeichnet, so ist die durch — 1 zu bezeichnende Relation, nämlich die zum Punkte S, von selbst bestimmt. Ueber die Bezeichnung der Relation des Punktes P zu den beiden andern benachbarten Punkten O und W ist hierdurch noch nichts verfügt, und man kann folglich einen derselben, welchen man will, wählen, und die Beziehung des Punktes P zu ihm durch + i bezeichnen. Wird daher die Beziehung des Punktes P zu dem Punkte O durch + i angedeutet, so ist hierdurch die durch — i zu bezeichnende Relation wieder von selbst bestimmt, nämlich die zum Punkte W. Hieraus wird es klar, dass es bloss von unserer Willkühr abhängt, festzusetzen, welche der beiden sich durchkreuzenden Reihen man als die erste Hauptreihe, und welche Richtung in ihr man als auf die positiven Zahlen sich beziehend ansehen wolle; und dass, wenn man hierüber bereits verfügt hat, eben hierdurch schon von selbst die andere der sich durchkreuzenden Reihen als diejenige signalisirt sey, welche sich auf die durch + i oder — i vorgestellten Zahlbegriffe bezieht. Wenn daher die Beziehung des Punktes P zu O durch + i angedeutet wird, so ist die des Punktes P zu W durch — i vorzustellen.

Es ist eine Folge dieser Voraussetzungen, dass, wenn die Relation des Punktes P zu O, die vorher durch + i bezeichnet worden ist, nunmehr für + 1 angenommen wird, man nothwendig die Relation des Punktes P zu S, die vorher durch — 1 bezeichnet wurde, jetzt für + i annehmen müsse. In der Sprache der Mathematik heisst diess aber, + i ist mittlere Proportionale zwischen + 1 und — 1, oder i entspricht dem Zeichen $\sqrt[2]{-1}$. Hieraus lässt sich erkennen, dass sich den sogenannten *imaginären* Zahlen, die man bisher immer den *reellen* entgegenzustellen pflegte, eben so ein reeller Gegenstand unterstellen lasse, wie diess schon seit Langem mit den *negativen* der Fall war. Diese ersten Ideen, den imaginären Zahlen ein reelles Substrat unterzulegen, gehören dem um die mathematischen und physicalischen Wissenschaften hochverdienten Herrn Hofrath *Gauss* in Göttingen an; und sie erscheinen um so merkwürdiger, als jene Grössen, wie schon der

Referent in den gel. Anz. vom 23. April 1831, bei Gelegenheit der Bekanntmachung jener Ideen bemerkt hat, in der Mathematik bisher noch immer weniger eingebürgert als nur geduldet werden, und mehr wie ein an sich inhaltsleeres Zeichenspiel erscheinen, dem man ein denkbares Substrat unbedingt abspricht, ohne doch den reichen Tribut, den diess Zeichenspiel zuletzt in den Schatz der Verhältnisse der reellen Grössen steuert, verschmähen zu wollen. Seit jener Zeit ist über diesen Gegenstand meines Wissens nichts mehr bekannt geworden. Eine weitere Verfolgung desselben hat mich auf einige Resultate geführt, welche der Aufmerksamkeit der Mathematiker vielleicht nicht ganz unwerth seyn dürften, und welche ich daher in dieser Abhandlung zur öffentlichen Kenntniss zu bringen beabsichtige.

I. *Erklärungen.*

Man stelle sich in einer Ebene zwei auf einander senkrechte Linien N S, W O vor, welche sich in dem Punkte W schneiden (Fig. II.). Durch diese zwei Geraden wird der ganze Raum der Ebene in vier Partien abgetheilt. Die Richtungen P N, P O, P S, P W gehen von demselben Punkte P aus, welchen wir den *Pol* nennen. Insofern man nun eine gewisse Länge auf einer dieser vier *Hauptrichtungen* vom Pole P aus auftragen, und diess durch eigene Zeichen auf eine unzweideutige Weise vorstellig machen will, kann man die vier Zeichen

(1) . . . $+1;\ +i;\ -1;\ -i$

als eben so viele verschiedene *lineare Einheiten* betrachten, und diese Bezeichnung der gegebenen Länge beisetzen.

Wird daher mit a irgend eine gegebene absolute Länge einer geraden Linie bezeichnet; so soll durch die Zeichen:

(2) . . . $a.(+1)$; $a.(+i)$; $a.(-1)$; $a.(-i)$,

welche auch respective durch die Zeichen:

(3) . . . $+a$; $+a.i$; $-a$; $-a.i$

ersetzt werden können, angedeutet werden, dass jene Länge a im Systeme der beiden auf einander senkrechten Geraden N S, W O von P aus beziehungsweise auf den Richtungen

(4) . . . PN; PO; PS; PW

aufzutragen sey. Eben diese Richtungen werden wir daher, in derselben Ordnung genommen, die Richtungen $+1$; $+i$; (-1); $(-i)$ nennen; stellt man sich vor, dass sich die Richtungslinie P N so um P dreht, dass sie successive die Richtungen P O, P S, P W erhält, so werden wir sagen, dass sich diese Linie *im positiven Sinne* drehe, widrigenfalls aber *im negativen Sinne.*

Wenn nun a die absolute Länge einer Geraden bezeichnet, so werden wir $+a$ die *positive,* und $-a$ die *negative Abscisse* schlechthin nennen; hingegen $+a.i$ die *positive laterale,* und $-a.i$ die *negative laterale Abscisse,* nach den Einheiten $+1$, -1, worauf sie sich beziehen, und welche *laterale Einheiten* heissen. Ferner sollen die Einheiten $+1$ und -1, so wie die Einheiten $+i$, $-i$ unter sich *gleichartige* genannt werden, hingegen $+1$ oder -1 in Bezug auf $+i$, $-i$ *ungleichartige.* Durch die Einheiten $+1$, -1 lassen sich die Orte aller auf der Geraden N S, durch die Einheiten $+i$, $-i$ hingegen die Orte aller in O W gelegenen Punkte bestimmen. Aus dem Gesagten ist es klar, dass Abscissen, welche sich auf gleichartige Einheiten beziehen, durch die Addition und Subtraction verbunden werden können; und dass das Resultat ihrer algebraischen Summe eine, auf eben diese gleichartige Einheit sich beziehende Länge seyn werde. Es ist daher, wenn a, b absolute Längen bedeuten,

$$a.(+1)+b.(-1)=(a-b).(+1), \text{ wenn } a > b;$$
$$a.(+1)+b.(-1)=(b-a).(-1), \text{ wenn } a < b;$$
$$a.(+i)+b.(-i)=(a-b).(+i), \text{ wenn } a > b;$$
$$a.(+i)+b.(-i)=(b-a).(-i), \text{ wenn } a < b;$$
$$a.(+i)-b.(-1)=(a+b).(+1);$$

u. s. w.

Im Allgemeinen, wenn j eine der Einheiten (1) vorstellt, hat man:

$$(5)\ \dots\ a.j \pm b.j = (a \pm b).j;$$

und man muss bemerken, dass, wenn a < b, die Differenz

$$(6)\ \dots\ a.j - b.j = (b-a).(-j)$$

seyn werde, worin — j und j die entgegengesetzten gleichartigen Einheiten bedeuten.

II. *Ueber die Beziehungen unter den vier Hauptrichtungen, welche durch zwei auf einander senkrechte gerade Linien in einer und derselben Ebene gebildet werden.*

Jede der vier Hauptrichtungen (4), auf welchen die, mittelst der Zeichen (2) oder (3) vorgestellte Länge a aufgetragen werden soll, steht zu den drei übrigen in Beziehungen, welche sich bei jeder Richtung wiederholen. Es ist nützlich, diese Beziehungen besonders zu betrachten.

Wenn P N als eine erste (ursprüngliche, positive) Richtung angenommen wird, so erscheint ein Fortschreiten in der Richtung P S als ein *Rückschreiten* in Bezug auf die Richtung P N; ferner ein Fortschreiten in der Richtung P O als eine *rechte*, und ein Fortschreiten in der Richtung P W als eine *linke Seitenabweichung* von P N. Diese dreifache Beziehung kehrt bei jeder beliebigen Richtung in derselben Ebene zurück. Diese drei verschiedenen Richtungszustände, welche mit der ursprünglichen in der Ebene gleichzeitig bestimmt sind, verdienen durch eigene Benennungen von einander unterschieden zu werden. Wir wollen in Absicht auf P N die Richtung P S die *entgegengesetzte* von P N schlechthin nennen, und P O die *positiv laterale*, P W die *negativ laterale* zu P N. Diesem zu Folge erscheint nun jede der Richtungen (4) zu den drei übrigen in dieser dreifachen Beziehung. Es erscheint also, beziehungsweise genommen, ein Fortschreiten in der Richtung:

P N; P S; P O; P W;

1° als ein Rückschritt nach:

P S; P N; P W; P O;

2° als die positiv laterale (rechte Seiten-) Abweichung von

P W; P O; P N; P S;

3° als die negativ laterale (linke Seiten-) Abweichung von

P O; P W; P S; P N.

III. *Darstellung des Uebergangs von jeder der vier Hauptrichtungen zu den drei übrigen.*

Wir wollen in Bezug auf was immer für eine beliebige Richtung j, die von dem Pole P, dem gemeinschaftlichen Punkte der vier Hauptrichtungen P N, P O, P S, P W in derselben Ebene gezogen werden mag, die Richtung (+ 1) von j die Richtung j selber, die Richtung (— 1) von j aber die der Richtung j entgegengesetzte nennen, und die rechte Seitenabweichung von j durch: Richtung (+ i) von j; endlich die linke Seitenabweichung von j durch: Richtung (— 1) von j bezeichnen, und durch die Zeichen

$$(7) \quad \ldots \quad (+1).j; \quad (-1).j; \quad (+i).j; \quad (-i).j$$

oder durch:

$$(8) \quad \ldots \quad +j; \quad -j; \quad +i.j; \quad -i.j$$

darstellen. Wenn daher in Fig. III. die beliebige Richtung P A durch j bezeichnet wird, so soll die ihr entgegengesetzte P C durch — j; die positiv laterale von P A, nämlich P B durch +i.j; die negativ laterale von P A, nämlich P D, durch —i.j bezeichnet werden.

Wenn man in den Zeichen (7) oder (8) für j nach und nach die Zeichen (1) annimmt, so ergeben sich, in Absicht auf die Identität der Richtungen nachstehende Gleichungen:

$$\begin{array}{ll}
(+1).(+1) = +1; & (+1).(-1) = -1; \\
(-1).(+1) = -1; & (-1).(-1) = +1; \\
(+i).(+1) = +i; & (+i).(-1) = -i; \\
(-i).(+1) = -i; & (-i).(-1) = +i; \\
 & \\
(+1).(+i) = +i; & (+1).(-i) = -i; \\
(-1).(+i) = -i; & (-1).(-i) = +i; \\
(+i).(+i) = -1; & (+i).(-i) = +1; \\
(-i).(+i) = +1; & (-i).(-i) = -1.
\end{array}$$

Diese Gleichungen geben das allgemeine, sehr merkwürdige Resultat zu erkennen, dass die wirkliche Multiplication der beiden Factoren in jedem der Producte, welche in den ersten Theilen der vorstehenden Gleichungen erscheinen, eben dieselben Richtungen bestimmen, als durch die zweiten Theile dieser Gleichungen angezeigt werden. Man kann daher sagen, dass der Uebergang aus einer der Richtungen (4) in eine andere von denselben durch die Multiplication der beiden Zeichen bestimmt werden kann, denen sie in (1) entsprechen.

Es ist daher, wenn die rechte Seitenabweichung von **P O** bestimmt werden soll, nur $(+i) \,.\, (+i)$ zu bestimmen, und da man -1 erhält, so ist **P S** die gesuchte Seitenabweichung von **P O**.

Eben so ist, wenn die linke Seitenabweichung von **P O** gefunden werden soll, nur das Product $(-i) \,.\, (+i)$ zu bestimmen; und da man $+1$ erhält, so wird **P N** die gesuchte linke Seitenabweichung von **P O** seyn. Eben so wird ferner $(+i).(-i)=+1$ zu übersetzen seyn: Die rechte Seitenabweichung von **P W** ist die Richtung **P N**; und endlich $(-i).(-i)=-1$ die Bedeutung haben: **P S** ist die linke Seitenabweichung von **P W**.

Es ist aus dem Vorhergehenden klar, dass das Resultat der Richtungsübergänge, so wie das der Multiplication der Einheiten (1) nur ein vierfaches seyn könne, das wieder nur mit einer der Einheiten (1) coincidirt. Wir können folglich obige Gleichungen in nachstehende zusammenfassen:

$$(9) \quad \ldots \quad \left\{ \begin{aligned} &(+1).(+1)=(-1).(-1)=(+i).(-i)=(-i).(+i)=+1\,; \\ &(+1).(-1)=(-1).(+1)=(+i).(+i)=(-i).)-i)=-1\,; \\ &(+1).(+i)=(-1).(-i)=(+i).(+i)=(-i).(-1)=+i\,; \\ &(+1).(-i)=(-1).(+i)=(+i).(-i)=(-i).(+1)=-i. \end{aligned} \right.$$

Diese Gleichungen enthalten nun die Deutung des Productes

$$(10) \quad \ldots \quad j \,.\, J \text{ oder } J \,.\, j\,;$$

wenn j und J welche immer von den Zeichen (1) vorstellen.

Mittelst dieser Grundsätze wird es leicht seyn, die Richtung, auf welche man durch drei und mehrere successive Uebergänge kömmt, durch die Rechnung zu bestimmen, indem man nur nöthig hat, das Product, worin mehr als zwei Factoren zur Concurrenz kommen, zu bestimmen. So z. B. ist die Richtung, auf welche man kömmt, wenn man ursprünglich von der Richtung P S ausgeht, zur Linken abweicht, und in entgegengesetzter Richtung zu dieser fortschreitet, offenbar die Richtung $(-i)$, und in der That findet man:

$$(-1).(-i).(-1) = -i.$$

Man kann noch bemerken, dass man immer auf dasselbe Resultat und auf dieselbe Richtung kömmt, in welcher Ordnung die Factoren genommen werden, oder die auf einander folgenden Abweichungen der Richtungen statt finden mögen.

IV. *Darstellung des Uebergangs von einer einfachen Abscisse zur andern.*

Wenn a eine absolute Länge bezeichnet, so stellen die Abscissen (2) oder (3) Linien vor, welche auf den Richtungen (4) aufgetragen sind, und die Länge a haben.

Die Richtungen dieser Linien (3) sind mit den Richtungen der Einheiten (1), worauf sie sich beziehen, identisch.

Ueberhaupt nun verstehe ich unter dem Ausdrucke: *Abscisse* $a.j$ eine Linie von der Länge a, welche auf der Richtung j aufgetragen ist, und die Richtung der Abscisse aj ist mit der Richtung j identisch.

Wenn j eine der Einheiten (1) bedeutet, folglich a auf einer der Richtungen (4) aufzutragen ist, so werden wir eine solche Abscisse eine *einfache* nennen; es heisse sodann:

$+a$ die einfach positive, $-a$ die einfach negative Abscisse; ferner $+a.i$ die einfach positive, $-ai$ die einfach negative laterale Abscisse.

Wenn nun für j und J jede der Einheiten (1) gesetzt werden darf, und wenn a die absolute Länge einer Geraden bezeichnet, so ist

$$(11) \quad \ldots \quad (a.j).J = (a.J).j = a.(j.J),$$

d. h. irgend eine einfache Abscisse $a.j$ mit J multipliciren soll heissen, die Länge a auf der Richtung $j.J$, welche nach den Gleichungen (9) bestimmt werden kann, auftragen. Die Identität der Ausdrücke (11) in allen möglichen Fällen, wo man für die Zeichen j und J jede der Einheiten (1) unterstellt, ergibt sich aus den Sätzen des vorhergehenden Artikels. Nach denselben Gesetzen der Multiplication, nach welchen der Uebergang aus einer der vier Hauptrichtungen (4) in eine der übrigen bestimmt werden kann, lässt sich auch der Uebergang von einer einfachen Abscisse (3) zu einer andern finden. So z. B. ist $(-a).(+i) = a.(-i)$, oder $-a$ mit $+i$ multipliciren heisst, von der Richtung von $-a$ das ist von der Richtung PS rechts abweichen, und auf dieser letzten Richtung, das ist auf PW die Linie a auftragen, wodurch man offenbar die einfache Abscisse $-a.i$ erhält.

Unter denselben Voraussetzungen, unter welchen die Formel (11) bestehen soll, statuire man auch die Gleichung:

$$(12) \quad \ldots \quad j.(a.J) = a.(j.J).$$

Wir wollen jetzt annehmen, dass j was immer für eine Richtung in der Ebene der vier Hauptrichtungen (4) bedeute, welche vom Pole P ausgeht, und dass a j eine auf dieser Richtung aufgetragene Abscisse sey.

Unter den Producten

(13) ... $(a.j).(+1)$; $(a.j).(-1)$; $(a.j).(+i)$; $(a.j).(-i)$,

welche respective durch

(14) ... $a.(+j)$; $a.(-j)$; $a(i.j)$; $a(-i.j)$

vorgestellt werden können, verstehe ich nun jene Abscissen, die man erhält, wenn man beziehungsweise entweder auf der Richtung j, oder auf der ihr entgegengesetzten Richtung, oder auf jener, welche die positiv laterale (rechte Seitenabweichung) zu j, oder endlich auf jener, welche die negativ laterale (linke Seitenabweichung) zu j ist, die Länge der Linie a aufträgt.

V. *Multiplication der Abscissen mit abstracten Zahlformen.*

Wir wollen mit m, n, p, ... was immer für ganze oder gebrochene Zahlen, mit a aber die absolute Länge irgend einer geraden Linie bezeichnen. Ein Product aus einer Länge a und einer abstracten Zahl, wie z. B. a . m; a . mn; u. s. w. wird in der gewöhnlichen Bedeutung genommen. Wenn nun a.j die Abscisse bedeutet, welche auf der Richtung j aufgetragen ist, und die Länge a hat, so statuire ich die Gleichung

(15) ... $(a.j).m = (a\,m).j$,

welche die Erklärung enthält, was es heissen soll, eine Abscisse a.j mit einer abstracten Zahl m multipliciren, und welche ausdrückt, dass das Resultat eine Abscisse sey, die man erhält, wenn man die Länge am auf derselben Richtung j aufträgt.

Wir wollen jetzt die abstracte Zahl m selber mit den Einheiten (1) verbinden, und die abstracten Zahlformen

(16) ... $+m$; $-m$; $+m.i$; $-m.i$

bilden. Wenn nun eine dieser Formen durch $m.J$ angedeutet wird, so statuire ich ferner die Gleichung:

(17) ... $(a.j).(m.J = (am).(j.J)$

Diese Gleichung enthält nun die Erklärung, was es heissen solle, eine Abscisse $a.j$ mit einer abstracten Zahlform $m.J$ multipliciren. Diese Gleichung drückt aus, dass man auf der Richtung $j.J$, welche nach Art. III. bestimmt wird, die Länge am auftrage.

Wenn nun j auch eine der Einheiten (1) bedeutet, folglich $a.j$ eine einfache Abscisse vorstellt, so stellen die Producte:

(18) ... $(+a).m$; $(-a).m$; $(+a.i).m$; $(-a.i).m$,

die man auch noch so schreiben kann:

(19) ... $(am).(+1)$; $(am).(-1)$; $(am).(+i)$; $(am).(-i)$,

oder:

(20) ... $+am$; $-am$; $+am.i$; $-am.i$;

beziehungsweise jene Linien vor, die man erhält, wenn man auf den Hauptrichtungen

PN; PS; PO; PW;

die Länge $a.m$ aufträgt.

Wenn man in den Producten (18) für m die abstracten Zahlformen (16) setzt, so ist das Resultat eine der Formeln (20). Man hat z. B.

(21) . . . $a.(+m)$; $a.(-m)$; $a.(+m.i)$; $a.(-mi)$

respective mit den Formeln (20) identisch zu nehmen.

Wenn daher in den Gleichungen (15), (17) die Zeichen j und J jede der Einheiten (1) bedeuten können, so wird das Resultat nur wieder eine einfache Abscisse seyn, welche auf der Richtung $j.J$ liegt, und die Länge $a.m$ hat. Diese Grundsätze lassen sich leicht auf Producte von mehr als zwei Factoren erstrecken. Wenn dann j was immer für eine Richtung ist, auf welcher die Länge a aufgetragen sey, und wenn J', J'', J''', . . . was immer für eine der Einheiten (1) vorstellen können, so ist das Product

(22) . . . $(a.j).(m.J').n.J'').(p.J''') \ldots$

eine Abscisse von der Länge

(23) . . . $a.mnp \ldots$,

welche auf der Richtung

(24) . . . $j.J' J'' J''' \ldots$

aufgetragen ist. Je nachdem das Product

$$J' J'' J''' \ldots$$

mit einer der Einheiten (1) übereinkömmt, wird die Richtung (24) mit der Richtung j übereinstimmen, oder die rechte Seitenabweichung von j seyn, oder der Richtung j entgegengesetzt, oder die linke Seitenabweichung von j seyn. Die Bestimmung der Richtung (24) ist nach den vorhergehenden Grundsätzen leicht. Wenn j ebenfalls eine der Hauptrichtungen ist, so wird sich die Richtung (24) wieder nur auf eine solche, und das Product (22) auf eine einfache Abscisse reduciren.

Man kann auch bemerken, und es ist leicht darzuthun, dass man immer auf eine und dieselbe Linie kommen werde, in welcher Ordnung man auch die Factoren des Productes (22) nehmen mag.

VI. *Von den complexen Abscissen.*

Wenn a und b zwei willkührliche Längen, und j, J zwei ungleichartige Einheiten bedeuten, welche, wegen dieser Ungleichartigkeit, senkrecht auf einander stehen, so verstehe ich unter der Summe

(25) . . . $a.j + b.J$

jene Gerade in der Ebene der Richtungen j, J, welche, auf die Richtungen j und J projicirt, die Längen a und b hat. Man findet die durch die Summe (25) vorgestellte Linie, indem man vom Pole P aus zuerst in der Richtung j um die Länge a fortschreitet, und von diesem Endpunkte aus parallel zur Richtung J um die Länge b abweicht, endlich über die beiden Katheten a und b dieses so entstandenen rechtwinklichten Dreieckes die Hypotenuse zieht.

Es ist klar, dass die Formel

(26) . . . $b.J + a.j$

auf eben dieselbe Linie führen werde. Man kann noch bemerken, dass diese Gerade auch noch erhalten werde, wenn man die Länge a auf der Richtung j, und b auf der Richtung J aufträgt, in den erhaltenen Endpunkten dieser Linien Perpendikel über die Richtungen j und J errichtet, welche sich in einem bestimmten Punkte der Ebene schneiden, und diesen Durchschnittspunkt mit dem Pole durch eine gerade Linie verbindet. Wir wollen diese Gerade, deren Grösse und Lage durch die Formel (25) bestimmt werden kann, eine *complexe Abscisse* nennen, zum Unterschiede von der einfachen Abscisse, für welche eine der Grössen a oder b sich auf Null reducirt. Die Richtung einer complexen Abscisse, welche immer zwischen je zwei der Richtungen (1) liegt, wollen wir eine *complexe Richtung* nennen.

Weil die Zeichen j und J ungleichartige Einheiten vorstellen, so wollen wir annehmen, dass j eine der Einheiten + 1, — 1, und J eine der Einheiten + i und — i bedeute. Sind nun a und b gegebene Längen; so werden in der complexen Abscisse (25) vier, wesentlich von einander verschiedene, Linien enthalten seyn. Diese sind nun:

(27) . . . $(+a+bi)$; $(-a+bi)$; $(-a-bi)$; $(+a-bi)$.

Um diese Linien in einer Ebene darzustellen, trage man auf den Richtungen PN, PS, PO, PW (Fig. IV.), die Längen a und b gehörig auf, so dass man habe

$$PA = PB = a; \quad PD = PC = b,$$

ziehe durch die Punkte A und B die zu WO, und durch die Punkte C, D die zu NS parallelen Geraden, welche sich in den Punkten E, F, G, H schneiden. Da nun:

$$ED = DF = HC = CG = a;$$
$$\text{und } AE = BF = AH = BG = b;$$

so ist klar, dass die Geraden

(28) . . . PE; PF; PG; PH;

respective die complexen Abscissen (27) vorstellen werden.

Die complexen Abscissen (27), z. B. die Abscisse $+ a + bi$ oder PE können nun auf doppelte Art construirt werden. Man trage, nach der einen Construction, auf der Richtung PN die Länge $PA = a$, errichte im Punkte B über PN auf der rechten Seitenabweichung von PN, die Senkrechte $AE = b$, und ziehe PE;

oder trage, nach der andern Construction, auf den Richtungen PN, PO die Längen $PA = a$, $PD = b$ auf, errichte in den Punkten A und D die auf PN, PO Senkrechten, welche sich im Punkte E schneiden, und verbinde E mit P. Auf eben diese Art kann man die übrigen complexen Linien (28) construiren.

VII. *Darstellung des Uebergangs von einer complexen Abscisse zur andern.*

Wenn A eine der complexen Abscissen (27) bezeichnet, so soll durch die Producte

$$(29) \quad \ldots \quad A.(+1); \quad A.(+i); \quad A.(-1); \quad A.(-i),$$

welche auch respective durch die Zeichen:

$$(30) \quad \ldots \quad +A; \quad +A.i; \quad -A; \quad -A.i$$

ersetzt werden können, angedeutet werden, dass man die Länge der complexen Geraden A entweder auf ihrer Richtung unmittelbar, oder auf der, welche die positiv laterale (rechte Seiten-) Abweichung ist, oder auf der, der Richtung A entgegengesetzten, oder endlich auf der, welche die negativ laterale (linke Seiten-) Abweichung von A ist, auftragen solle. Hieraus wird nun klar, was es heisse, eine complexe Abscisse A mit den Einheiten (1) multipliciren.

Wenn man nun in den Producten (30) für A jede der complexen Abscissen (27) setzt; und hierauf die Multiplicationen der Binome wirklich verrichtet, so erhält man die nachstehenden Gleichungen:

$$(31) \ldots \left\{\begin{array}{ll} (+a+bi).(+1)=+a+bi; & (+a+bi).(+i)=-b+a.i; \\ (-a+bi).(+1)=-a+bi; & (-a+bi).(+i)=-b-a.i; \\ (-a-bi).(+1)=-a-bi; & (-a-bi).(+i)=+b-a.i; \\ (+a-bi).(+1)=+a-bi; & (+a-bi).(+i)=+b+a.i; \end{array}\right.$$

$$(32) \ldots \left\{\begin{array}{ll} (+a+bi).(-1)=-a-bi; & (+a+bi).(-i)=+b-ai; \\ (-a+bi).(-1)=+a-bi; & (-a+bi).(-i)=+b+ai; \\ (-a-bi).(-1)=-a+bi; & (-a-bi).(-i)=-b+ai; \\ (+a-bi).(-1)=-a+bi; & (+a-bi).(-i)=-b-ai. \end{array}\right.$$

Wendet man auf jeden der beiden Theile von was immer für einer dieser Gleichungen die im Vorhergehenden statuirten Erklärungen an, so findet sich jede derselben verificirt. In Fig. IV. und V. sind sie sämmtlich geometrisch dargestellt. Wenn PE′ = +a; PE″ = +b, so ist PE die complexe Abscisse +a+bi. Der Erklärung zufolge ist das Product (+a+bi) . (+i) die auf der rechten Seitenabweichung von PE, d. i. auf der Richtung PF aufgetragene Länge PE. Denn, wegen der Congruenz der Dreiecke PE′E und PF′F hat man PE′ = PF″; PE″ = PF′; die Gerade PF ist folglich auch noch durch die complexe Abscisse $-b+a.i$ vorgestellt, und diese ist in der That die Entwicklung des Productes (+a+bi) (+i).

Auf eben diese Art lässt sich die Richtigkeit aller übrigen Gleichungen einsehen. Die Sätze, welche die Gleichungen (31), (32) enthalten, lassen sich kurz in folgenden Satz zusammenziehen:

Wenn A eine der complexen Abscissen (27) vorstellt; wenn ferner j eine der vier Einheiten (1) bedeutet, so ist die complexe Abscisse

$$(33) \quad \ldots \quad A.j$$

jene Gerade, welche man erhält, wenn man aus der complexen Richtung A in die Richtung j von ihr abweicht, und auf derselben die Länge der complexen Abscisse A aufträgt.

VIII. *Multiplication der complexen Abscissen mit abstracten Zahlformen.*

Wenn A eine der complexen Abscissen (27) bedeutet, so soll durch die Producte

(34) . . . $A.(+m)$; $A.(+m.i)$; $A.(-m)$; $A.(-mi)$,

worin m eine ganze oder gebrochene Zahl bedeutet, und welche auch noch durch die Zeichen:

(35) . . . $+mA$; $+m.A.i$; $-mA$; $-m.A.i$

vorgestellt werden können, angedeutet werden, dass man die mfache Länge der complexen Abscisse A entweder auf ihrer Richtung unmittelbar, oder auf der, welche die positiv laterale (rechte Seiten-) Abweichung ist, oder auf der, der Richtung A entgegengesetzten, oder endlich auf der, welche die negativ laterale (linke Seiten-) Abweichung von A ist, auftragen soll. Hieraus wird es nun eben klar, was es heisse, eine complexe Abscisse A mit den abstracten Zahlformen (16) multipliciren. Es kann noch bemerkt werden, dass die Richtung der Abscisse m . A identisch sey mit der Richtung der complexen Abscisse A. Wenn daher j und J zwei ungleichartige Einheiten und a, b, a′, b′ vier absolute Längen bedeuten, so werden die durch

$$aj + bJ \quad \text{und} \quad a'j + b'J$$

vorgestellte complexe Abscissen einerlei Richtung haben, wenn man hat

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'}.$$

Wenn man in den Producten (34) für A jede der complexen Abscissen (27) setzt, und hierauf die Multiplication der Binome wirklich verrichtet, so erhält man die nachfolgenden Gleichungen:

$$(36)\ldots\left\{\begin{array}{ll}(+a+bi).(+m)=+am+bm.i; & (+a+bi).(+mi)=-bm+am.i;\\(-a+bi).(+m)=-am+bm.i; & (-a+bi).(+mi)=-bm-am.i;\\(-a-bi).(+m)=-am-bm.i; & (-a-bi).(+mi)=+bm-am.i;\\(+a-bi).(+m)=+am-bm.i; & (+a-bi).(+mi)=+bm+am.i;\end{array}\right.$$

$$(37)\ldots\left\{\begin{array}{ll}(+a+bi).(-m)=-am-bm.i; & (+a+bi).(-mi)=+bm-am.i;\\(-a+bi).(-m)=+am-bm.i; & (-a+bi).(-mi)=+bm+am.i;\\(-a-bi).(-m)=+am+bm.i; & (-a-bi).(-mi)=-bm+am.i;\\(+a-bi).(-m)=-am+bm.i; & (+a-bi).(-mi)=-bm-am.i;\end{array}\right.$$

Wendet man auf jeden der beiden Theile von was immer für einer dieser Gleichungen die im Vorhergehenden statuirten Erklärungen an, so findet sich jede derselben verificirt.

Die Abscisse $(+a+bi).m$ erhält man, wenn man die Abscisse $(a+bi)$ auf ihrer Richtung m mal aufträgt. Die Abscisse $+am+bm.i$ hingegen findet man, wenn man die Länge am auf der Richtung $+1$ aufträgt, im erhaltenen Endpunkte von dieser Richtung rechts um die Länge bm abweicht, und den letzt erhaltenen Punkt mit dem Pole verbindet. Beide complexe Abscissen $(a+bi).m$ und $am+bm.i$ stellen eine und dieselbe Gerade vor.

Die Abscisse $(+a+bi).(+mi)$ erhält man, wenn man im Pole über der Richtung $(+a+bi)$, in positiv lateraler Abweichung, eine Senkrechte errichtet und darauf die $m$fache Länge der Abscisse $+a+bi$ aufträgt. Die Abscisse $-bm+am.i$ hingegen findet man, wenn man die Länge bm auf der Richtung -1 aufträgt, die Länge am hingegen auf der Richtung $+i$, und über beide Katheten die Hypotenuse zieht. Beide complexe Abscissen

$(+a+bi) \cdot (+mi)$ und $-bm+am.i$ stellen offenbar eine und dieselbe Gerade vor.

Auf eben diese Art lässt sich die Richtigkeit jeder der Gleichungen (36), (37) darthun. Die Sätze, welche die Gleichungen (36), (37) enthalten, können kurz in folgenden zusammengezogen werden:

Wenn man mit A eine der complexen Abscissen (27) bezeichnet, wenn ferner j eine der vier Einheiten (1) bedeutet, und m eine abstracte, ganze oder gebrochene Zahl ist, so wird die complexe Abscisse

(38) . . . $A \cdot (mj)$

jene Gerade seyn, die man erhält, wenn man aus der complexen Richtung A in die Richtung j von ihr abweicht, und darauf die mfache Länge der Abscisse A aufträgt.

IX. *Multiplication der einfachen Abscissen mit complexen Zahlen.*

Wenn m und n zwei abstracte, ganze oder gebrochene, Zahlen sind, und j, J zwei ungleichartige Einheiten vorstellen, so werden wir den Ausdruck

(39) . . . $mj+nJ$

eine *complexe Zahl* nennen. Es ist klar, dass es nur vier verschiedene Formen complexer Zahlen geben könne, und diese werden seyn:

(40) . . . $+m+ni$; $-m+ni$; $-m-ni$; $+m-ni$.

Wenn nun a eine absolute Länge bedeutet, so statuiren wir als Definition des Productes aus a in den complexen Zahlausdruck (39) die Gleichung:

$$(41) \quad \ldots \quad a\,.\,(mj + nJ) = am\,.\,j + an\,.\,J.$$

Dieses Product ist also eine complexe Linie, welche man findet, indem man die Länge am auf der Richtung j, an auf der Richtung J aufträgt, und (weil, wegen der Ungleichartigkeit der Einheiten j, J, ihre Richtungen auf einander senkrecht stehen) über die Katheten am, an die Hypotenuse zieht. Wenn man also im Producte (41) an die Stelle der complexen Zahl (39) die Formen (40) setzt, so wird man haben:

$$(42) \quad \ldots \quad \left\{ \begin{aligned} &a\,.\,(+m+ni) = +am + an\,.\,i; \\ &a\,.\,(-m+ni) = -am + an\,.\,i; \\ &a\,.\,(-m-ni) = -am - an\,.\,i; \\ &a\,.\,(+m-ni) = +am - an\,.\,i. \end{aligned} \right.$$

Wenn in der Gleichung (41) an die Stelle von a eine der einfachen Abscissen (3) gebracht wird, so gibt sie die Definition des Productes aus einer einfachen Abscisse in eine complexe Zahl. Durch diese Substitution erhält man:

$$(43) \quad \ldots \quad \left\{ \begin{aligned} &(+a).(mj+nJ) = +ma.j + na.J; \\ &(+ai).)mj+nJ) = ma.(+ij) + na.(+iJ); \\ &(-a).(mj+nJ) = ma.(-j) + na.(-J); \\ &(-ai).(mj+nJ) = ma.(-ij) + na.(-iJ). \end{aligned} \right.$$

Eine einfache Abscisse, mit einer complexen Zahl multiplicirt, ist eine complexe Abscisse, welche mittelst dieser Formeln (43) leicht bestimmt werden kann. Nimmt man, um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, an der Stelle der complexen Zahl (39) die erste der Formen (40) an, so hat man an der Stelle der Gleichung (43):

$$(44)\ \ldots\ \left\{\begin{aligned}(+a).(+m+ni) &= +am+an.i;\\ (+ai).(+m+ni) &= -an+am.i;\\ (-a).(+m+ni) &= -am-an.i;\\ (-ai).(+m+ni) &= +an-am.i.\end{aligned}\right.$$

Um das Product $(+a.i).(+m+ni)$ zu construiren, wird man auf der Richtung von $(+a.i)$, das ist auf der Richtung $(+i)$ oder PO die Länge am, und auf der rechten Seitenabweichung von $(+ai)$, das ist auf PS die Länge an auftragen, endlich die Hypotenuse über die beiden Katheten ziehen. Eben so wird man das Product $(-a.i).(m+ni)$ construiren, indem man auf der Richtung $(-ai)$, das ist auf PW die Länge am, und hierauf die Länge an auf der rechten Seitenabweichung von $(-ai)$, das ist auf PN, endlich über beide Katheten die Hypotenuse zieht.

Im Allgemeinen nun, wenn $a.J'$ irgend eine der einfachen Abscissen (3) bedeutet, so heisst die einfache Abscisse $a.J'$ mit der complexen Zahl $mj+nJ$ multipliciren, von der Richtung J' in die Richtung j von ihr abweichen, und darauf ma, ferner aus dieser letztern Richtung in die Richtung J von ihr abweichen, und darauf na auftragen, und endlich über diese beiden Katheten die Hypotenuse ziehen. Diese letztere Gerade ist die Darstellung des Productes

$$(45)\ \ldots\ (a.J').(mj+nJ),$$

oder von dessen Entwicklung

$$(46)\ \ldots\ am.(J'j)+an.(J'J).$$

X. *Multiplication complexer Abscissen mit complexen Zahlen.*

Wenn man in den Gleichungen des vorhergehenden Artikels für die einfachen Abscissen complexe setzt, so ergeben sich daraus leicht die Constructionen der Producte aus complexen Abscissen und Zahlen.

Wenn daher A was immer für eine complexe Abscisse (27) bezeichnet, und wenn dieselbe durch eine complexe Zahl (39) multiplicirt wird, so hat man

$$(47) \quad \ldots \quad A.(mj + nJ) = mA.j + nA.J;$$

oder wenn man für die complexe Zahl (39) die Formen (40) setzt:

$$(48) \quad \ldots \quad \left\{ \begin{array}{l} A.(+m + ni) = +mA + nA.i; \\ A.(-m + ni) = -mA + nA.i; \\ A.(-m - ni) = -mA - nA.i; \\ A.(+m - ni) = +mA - nA.i. \end{array} \right.$$

Die Gleichungen (47), (48) sind insofern mit den Gleichungen (41), (42) identisch, als man in denselben A als eine ursprüngliche Linie annimmt. Dieselbe Construction, nach welcher wir aus + a die complexe, durch das Product (41) darzustellende Abscisse hergeleitet haben, wird sich unmittelbar anwenden lassen, um aus der complexen Abscisse A die andere complexe, durch das Product (47) darzustellende, Abscisse zu erhalten. Um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, nehmen wir die erste der Formen (40) als jene complexe Zahl an, mit der die complexe Abscisse A multiplicirt werden soll. Um also das Product

$$(49) \quad \ldots \quad A.(+m + n.i)$$

darzustellen, wird man auf der Richtung A die mfache Länge der complexen Abscisse A auftragen, von dieser Richtung A rechts abweichen, und auf dieser neuen Richtung die nfache Länge von A auftragen. Die über beide Katheten construirte Hypotenuse ist die geometrische Darstellung des Productes (49).

Im Allgemeinen, wenn die complexe Abscisse A mit der complexen Zahl $mj + nJ$ multiplicirt werden soll, so heisst diess, von der Richtung A in die Richtung j von ihr abweichen, und darauf die $m$fache Länge dieser Abscisse A auftragen, ferner aus dieser letzten Richtung in die Richtung J von ihr abweichen, und auf derselben die $n$fache Länge der Abscisse A auftragen, endlich über diese beiden Katheten die Hypotenuse ziehen.

Es ist leicht, sich in allen möglichen Fällen, welche man aus den Gleichungen (48) dadurch ableitet, dass man in jeder von ihnen für A die complexen Abscissen (27) setzt, von ihrer Richtigkeit zu überzeugen. In der That, wenn man das Product $(+a+bi).(m+ni)$ vernimmt, so gibt die Entwicklung neuerdings eine complexe Linie, man hat nämlich:

$$(50) \quad \ldots \quad (+a+bi).(+m+ni) = (ma - nb) + (mb + na).i,$$

und nun lässt sich zeigen, dass jeder der hier verglichenen Ausdrücke, nach den im Vorhergehenden statuirten Grundsätzen construirt, zu derselben Geraden führe. Es stelle PA (Fig. VI.) die complexe Abscisse $(+a+bi)$ vor, indem man $PB = a$; $BA = b$ hat; das Product im ersten Theile der Gleichung (50) wird nun erhalten, indem man auf der Richtung PA die Länge $PA' = m.PA$ aufträgt, in A', auf der rechten Seite von dieser Richtung, eine Senkrechte errichtet, und auf ihr die Länge $A'E = n.PA$ nimmt, endlich die Hypotenuse PE zieht. Es lässt sich leicht zeigen, dass diese Linie auch den Ausdruck im zweiten Theile der Gleichung (50) darstellt. Denn man ziehe $A'D$, EG senkrecht auf WO, und EF senkrecht auf $A'D$, so hat man wegen der Aehnlichkeit der beiden rechtwinklichten Dreiecke $A'DP$ und ACP die Gleichungen:

$$PD = m.b; \qquad A'D = m.a.$$

Eben so hat man, weil auch die beiden rechtwinklichten Dreiecke A′FE und ACP einander ähnlich sind, die Gleichungen:

$$EF + DG = n.a; \quad A'F = n.b.$$

Man hat also:

$$\begin{aligned} PG &= PD + DG = m.b + n.a; \\ GE &= A'D - A'F = m.a - n.b, \end{aligned}$$

und folglich stellt die Hypotenuse PE die complexe Linie

$$(m.a - n.b) + (m.b + n.a).i$$

vor.

Auf dieselbe Weise wird man sich von der Statthaftigkeit aller übrigen Fälle, welche die Gleichungen (48) noch darbieten können, überzeugen. Geht man also von den im Vorhergehenden statuirten Grundsätzen aus, so wird das Product aus einer complexen Abscisse in eine complexe Zahl, und dessen Entwicklung nach den Angaben der Multiplication immer nur durch eine und dieselbe complexe Abscisse dargestellt seyn.

XI. *Division der complexen Abscissen durch complexe Zahlen.*

Eie complexe Abscisse A durch eine complexe Zahl $mj + nJ$ dividiren heisst eine neue complexe Abscisse X von der Beschaffenheit finden, dass sie mit der gegebenen complexen Zahl $mj + nJ$ multiplicirt, die gegebene complexe Abscisse A zum Vorschein bringe.

Die Gleichung

$$(51) \quad \ldots \frac{A}{mj + nJ} = X,$$

ist also mit der Gleichung

$$(52) \quad \ldots \quad A = X.(mj + nJ)$$

identisch, insofern die eine dasselbe ausdrückt, als die andere.

Um von einem bestimmten Falle auszugehen, wollen wir annehmen, dass $+a+bi$ die gegebene complexe Abscisse A, $+m+ni$ die gegebene complexe Zahl, und $+x+y.i$ die gesuchte complexe Abscisse sey, so dass man habe:

$$(53) \quad \ldots \quad \frac{+a+bi}{+m+ni} = +x+y.i,$$

folglich:

$$(54) \quad \ldots \quad +a+bi = (+x+y.i).(+m+n.i).$$

Da der zweite Theil dieser letzten Gleichung mit

$$(mx - ny) + (nx + my).i$$

identisch ist, so erhält man zur Bestimmung von x und y die Bedingungen:

$$(55) \quad \ldots \quad mx - ny = a; \quad nx + my = b,$$

woraus für x und y nachstehende Werthe folgen:

$$(56) \quad \ldots \quad x = \frac{ma + nb}{m^2 + n^2}; \quad y = \frac{mb - na}{m^2 + n^2}.$$

Die gesuchte complexe Abscisse ist also:

$$(57) \quad \ldots \quad \frac{ma + nb}{m^2 + n^2} + \frac{mb - na}{m^2 + n^2}.i.$$

Man würde auf eben diesen Ausdruck gekommen seyn, wenn man den Zähler und Nenner des Bruches

$$(58) \quad \ldots \quad \frac{+a+bi}{+m+ni}$$

mit der complexen Zahl $m - ni$ multiplicirt hätte.

Im Allgemeinen nun, da

$$\frac{1}{mj + nJ} + \frac{mj - nJ}{(mj + nJ)\,(mj - nJ)} = \frac{mj - nJ}{m^2 + n^2},$$

so hat man

$$(59) \quad \ldots \quad \frac{A}{mj + nJ} = A \,.\left[\frac{m}{m^2 + n^2} \,.\, j + \frac{n}{m^2 + n^2} \,.\, (-J)\right].$$

Durch diese Formel findet sich die Construction des *Quotienten* (**51**) unmittelbar auf die eines ***Productes*** aus einer complexen Abscisse und einer complexen Zahl zurückgeführt, welche nach der Angabe des vorhergehenden Artikels vollzogen werden kann.

XII. *Von den auf einander folgenden Multiplicationen und Divisionen einer complexen Abscisse mit complexen Zahlen.*

Nachdem in den beiden vorhergehenden Artikeln gezeigt worden ist, dass jede complexe Abscisse, mit einer complexen Zahl multiplicirt oder dividirt, wieder eine complexe Abscisse, im Allgemeinen gesprochen, sey, und wie sie in jedem Falle zu construiren sey, so bleibt noch, der Vollständigkeit wegen, der Fall zu betrachten übrig, da eine complexe Linie, welche durch A vorgestellt seyn mag, mehrere mal hinter einander mit gegebenen complexen Zahlen, welche durch M, N, P, Q . . vorgestellt seyn mögen, multiplicirt oder dividirt werden soll.

Wenn man also hat

$$(60) \quad \ldots \quad A \,.\, MN = X,$$

so findet man die complexe Abscisse (60), indem man zuerst $A \,.\, M = B$, und hierauf $B \,.\, N$ nach den Grundsätzen des Art. X. sucht. Es ist leicht darzuthun, dass man dieselbe Linie X wiederfinden werde, wenn man zuerst die Linie $A . N = B'$, und hierauf $B'.M$ sucht.

Ueberhaupt wird die successive Construction des Ausdruckes

$$(61) \quad \ldots \quad A . \frac{M . N \ldots}{P . Q \ldots} = X$$

immer auf dieselbe complexe Abscisse X führen, in welcher Ordnung auch die Multiplicationen mit den complexen Zahlen M, N..., und die Divisionen mit den complexen Zahlen P, Q... statt finden mögen, die erstern nach der Regel des Art. X., die andern nach der im vorhergehenden Artikel gegebenen Regel ausgeführt.

XIII. *Von dem Modul und Argument einer complexen Abscisse.*

Mit jeder complexen Abscisse (27) findet sich zugleich bestimmt:

1) ihre *Länge*;

2) der *Winkel*, welchen sie mit der Richtung + 1 macht, ihn selbst in positivem Sinne (Art. I.) gerechnet.

Jene Länge soll der *Modul*, dieser Winkel das *Argument* der complexen Abscisse heissen.

Complexe Abscissen sind durch diese beiden Stücke vollkommen bestimmt; zwei solche, durch A und B vorgestellte Abscissen sind daher identisch, wenn ihre Module und Argumente einander gleich sind.

Wenn eine complexe Abscisse durch

$$(62) \quad \ldots \quad a . j + b . J$$

vorgestellt wird, worin j und J zwei ungleichartige Einheiten bedeuten, so liegt die complexe Richtung (62) stets zwischen den Richtungen

(63) . . . j und J.

In der That fallen die Richtungen der complexen Abscissen (27) respective zwischen die Richtungen:

(64) . . . $(+1)\,..\,(+i);\ (-1)\,..\,(+i);\ (-1)\,..\,(-i);\ (+1)\,..\,(-i)$.

Wenn daher ein rechter Winkel mit $\frac{\pi}{2}$ bezeichnet wird, so liegen die Werthe der Argumente eben dieser complexen Abscissen (27), in eben der Ordnung, zwischen den Grenzen:

(65) . . . $0\,..\,\frac{\pi}{2};\ \frac{\pi}{2}\,..\,\pi;\ \pi\,..\,\frac{3}{2}\pi;\ \frac{3}{2}\pi\,..\,2\pi$.

Bezeichnet daher h einen spitzigen Winkel, so werden sich die Werthe der Argumente der in Rede stehenden Abscissen (27) in derselben Ordnung unter folgenden Formen darstellen:

(66) . . . $h;\ \pi - h;\ \pi + h;\ 2\pi - h$.

Die Grösse des Argumentes h wird bloss durch das Verhältniss der absoluten Längen a und b bestimmt. Dieser Winkel h ist, wie die Betrachtung der Fig. V. lehrt, durch die Formel

(67) . . . $h = \mathrm{Atg.}\left(\frac{b}{a}\right)$

gegeben, d. i. durch den kleinsten, zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$ liegenden Bogen, dessen trigonometrische Tangente dem Verhältnisse $\frac{b}{a}$ gleich ist. Bezeichnet man den Modul, welcher für alle complexe Abscissen (27) derselbe ist, mit r, so ist

(68) . . . $r = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$.

Aus diesen Formeln erkennt man leicht, dass das Argument einer complexen Abscisse $aj + bJ$, wenn sich a und b in demselben Verhältnisse ändern, unverändert bleibe, und dass sich bloss der Modul der neuen complexen Abscisse in eben demselben Verhältnisse ändere, d. i. dass die Multiplication einer complexen Abscisse mit einer abstracten, ganzen oder gebrochenen, Zahl nur ihren Modul, nicht aber ihr Argument ändere. Da man hat:

(69) . . . $a = r \,.\, \cos.\, h; \quad b = r \,.\, \sin.\, h;$

und da

(70) . . . $\mathrm{Cos.}\, h + i \,.\, \sin.\, h = e^{i.h}$

worin e die Basis der natürlichen Logarithmen ist, so kann man die complexen Abscissen (27) mittelst ihres Moduls und Arguments auf folgende Art ausdrücken:

$$(71) \; \ldots \left\{ \begin{array}{l} + a + b.i = r.e^{h.i} \\ - a + b.i = r.e^{(\pi - h).i} \\ - a - b.i = r.e^{(\pi + h).i} \\ + a - b.i = r.e^{(2\pi - h).i} \end{array} \right.$$

Im Allgemeinen nun, wenn r den Modul, ϑ das Argument einer complexen Abscisse (62) bedeutet, so hat man:

(72) . . . $aj + bJ = r \,.\, e^{\vartheta . i}$,

worin ϑ einer der Winkel (66) seyn wird, nach Beschaffenheit der Bedeutungen der ungleichartigen Einheiten j und J.

Um eine complexe Abscisse (72) mit

(73) . . . $+ i; \quad - 1; \quad - i$

zu *multipliciren* oder zu *dividiren*, hat man nur nöthig, ihr Argument um die Bögen

$$(74) \quad \ldots \quad \frac{\pi}{2}; \quad \pi; \quad \tfrac{3}{2}\pi$$

zu *vermehren* oder zu *vermindern;* mit andern Worten: diese Abscisse, bei unveränderter Länge im *positiven* oder *negativen* Sinne um die Winkel (74) zu drehen.

Will man eine complexe Abscisse (72) mit einem der Factoren

$$(75) \quad \ldots \quad (+ \mathrm{mi}), \quad (- \mathrm{m}), \quad (- \mathrm{mi}),$$

worin m eine abstracte, ganze oder gebrochene Zahl bedeutet, *multipliciren,* so darf man ihre Richtung respective nur um die Winkel (74) im positiven Sinne drehen, und auf der neuen Richtung das mfache ihres Moduls auftragen.

XIV. *Eine andere Auflösung der Aufgabe von der Multiplication und Division complexer Abscissen mit complexen Zahlen.*

Die Aufgabe, eine complexe Abscisse A, vorgestellt durch den Ausdruck (72), mit einer complexen Zahl zu *multipliciren* oder zu *dividiren,* kann mittelst der Grundsätze des vorigen Artikels jetzt auch auf eine andere Art aufgelöst werden. Es sey M die complexe Zahl, ρ ihr Modul, μ ihr Argument, folglich

$$(76) \quad \ldots \quad \rho = (\mathrm{m}^2 + \mathrm{n}^2)^{\frac{1}{2}}; \quad (77) \quad \ldots \quad \mathrm{M} = \rho \,.\, \mathrm{e}^{\mu \cdot \mathrm{i}};$$

wenn M eine der Formen (40) ist, und

$$(78) \quad \ldots \quad \mathrm{A} \,.\, \mathrm{M} = \mathrm{X}; \quad \mathrm{A} : \mathrm{M} = \mathrm{Y};$$

die gesuchte (complexe) Abscisse; so erhält man

$$(79) \quad \ldots \quad \mathrm{X} = (\mathrm{r} \,.\, \mathrm{e}^{\vartheta \cdot \mathrm{i}}) \,.\, (\rho \,.\, \mathrm{e}^{\mu \cdot \mathrm{i}}) = (\rho \mathrm{r}) \,.\, \mathrm{e}^{(\vartheta + \mu) \cdot \mathrm{i}};$$

$$(80) \quad \ldots \quad \mathrm{Y} = (\mathrm{r} \,.\, \mathrm{e}^{\vartheta \cdot \mathrm{i}}) : (\rho \,.\, \mathrm{e}^{\mu \mathrm{i}}) = (\mathrm{r} : \rho) \,.\, \mathrm{e}^{(\vartheta - \mu) \cdot \mathrm{i}}.$$

Diese letzten Ausdrücke enthalten nun eine sehr einfache Construction der Grössen X und Y.

Um also eine complexe Abscisse A mit einer complexen Zahl M zu *multipliciren*, drehe man die Abscisse A im *positiven* Sinne um das Argument μ der complexen Zahl M, und trage auf dieser letzten Richtung die Länge von A, mit dem Modul ρ der Zahl M multiplicirt, auf. Die so erhaltene Linie ist das gesuchte Produkt X.

Um eine complexe Abssisse A durch eine complexe Zahl M zu *dividiren*, drehe man die Abscisse A im *negativen* Sinne um das Argument μ der complexen Zahl M, und trage auf dieser letzten Richtung die Länge von A, durch den Modul ρ der Zahl M dividirt, auf. Die so erhaltene Linie ist der gesuchte Quotient Y.

Eben so leicht kann man eine complexe Abscisse A mit mehreren complexen Zahlen M, M′, M″, ... nach einander multipliciren oder dividiren. In der That, wenn ρ ρ' ρ'' ... die Module dieser Zahlen, μ μ' μ'' ... ihre Argumente bedeuten, und wenn der Ausdruck

$$\frac{\mathrm{A}\,.\,\mathrm{M}'\,\mathrm{M}''}{\mathrm{M}'''} = \mathrm{X}$$

zu construiren wäre, so hat man offenbar

$$\mathrm{X} = \left(\frac{\rho'\rho''\mathrm{r}}{\rho'''}\right).\,\mathrm{e}^{(\vartheta + \mu' + \mu'' - \mu''')\,.\,i}$$

Man wird daher nur nöthig haben, die Linie A um die Winkel μ' und μ'' im positiven Sinne, und hierauf um den Winkel μ''' im negativen Sinne zu drehen, und endlich auf der letzterhaltenen Richtung die, durch die Formel $\frac{\rho'\,\rho''\,\mathrm{r}}{\rho'''}$ bestimmte Länge aufzutragen.

XV. *Aufgabe. Wenn A eine gegebene complexe Abscisse, und M eine gegebene complexe Zahl ist, die Ausdrücke $M.A$; $M^2.A$; $M^3.A$ u. s. w. zu construiren.*

Aufl. Es sey r der Modul, ϑ das Argument von A; ferner ρ der Modul, μ das Argument von M; endlich

$$(81) \quad \ldots \quad M.A = A'; \quad M^2.A = A''; \quad M^3.A = A'''; \text{ u. s. w.}$$

Um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, wollen wir

$$M = + m + ni$$

annehmen, so dass

$$(82) \quad \ldots \quad \rho = (m^2 + n^2)^{\frac{1}{2}}; \quad \mu = \text{Atg.}\left(\frac{n}{m}\right).$$

Da nun

$$(83) \quad \ldots \quad A = r.e^{\vartheta.i}; \quad M = \rho.e^{\mu.i};$$

so hat man:

$$(84) \ldots \; A' = (\rho r).e^{(\vartheta+\mu).i}; \; A'' = (\rho^2 r).e^{(\vartheta+2\mu)i}; \; A''' = (\rho^3 r).e^{(\vartheta+3\mu)i};$$

u. s. w.

Um vorerst die Module

$$(85) \quad \ldots \quad \rho r; \quad \rho^2 r; \quad \rho^3 r; \quad \ldots$$

der gesuchten complexen Abscissen

$$(86) \quad \ldots \quad A'; \quad A''; \quad A'''; \quad \ldots$$

zu erhalten (Fig. VII.), trage man auf der Richtung PN eine willkürliche Linie $PE = E$ auf, und nehme $PA = m.E$; $PB = n.E$, so ist $PB = \rho E$, und der Winkel APB das Argument μ der complexen Zahl M. Dieses vorausgesetzt, sey $PC = r$. Zieht man nun CE zu EB parallel, so ist $PR = PD = \rho.r$. Denn man hat, wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke **PEB PCR**, die Gleichung:

$$PE : PB = PC : PR,$$

das ist

$$E : (\rho \,.\, E) = r : PR,$$

woraus offenbar

$$PR = \rho \,.\, r$$

folgt.

Um jetzt die übrigen Linien (85), und hieraus die complexen Abscissen (86) zu finden, trage man auf der Linie **PN** die Länge $\rho . r$ auf. Ist nun **PA** die complexe Linie **A** (Fig. VIII.), so nehme man $PB = PB'$, und ziehe BC' zu AB' parallel; nehme ferner $PC = PC'$, und ziehe CD' zu BC' parallel; nehme eben so wieder $PD = PD'$, und ziehe DE' zu CD' parallel; u. s. w.

Die Linien

(87) $\ldots \; PB'; \; PC'; \; PD' \; \ldots$

stellen nun successive die Ausdrücke (85) dar.

Denkt man sich endlich um **P** einen Kreis beschrieben, und dreht die Linie **PE** im positiven Sinne um die gleichen Winkel μ, wobei man successive die Längen $PA' = PB'$, $PA'' = PC'$, $PA''' = PD'$ u. s. w. aufträgt, so werden die Linien

(88) $\ldots \; PA'; \; PA''; \; PA'''; \; \ldots$

die successiven complexen Abscissen (86) oder (81) darstellen.

Denn man hat

$$PA : PB' = PB : PC' = PC : PD' = \text{u. s. w.},$$

das ist

$$r : \rho r = \rho r : \rho^2 r = \rho^2 r : \rho^3 r = \text{u. s. w.},$$

Die Module dieser Abscissen (88) sind folglich die Linien (85). Die Argumente eben dieser Abscissen sind überdiess respective

$$\vartheta + \mu; \quad \vartheta + 2\mu; \quad \vartheta + 3\mu; \quad \ldots$$

Folglich sind die Linien (88) identisch mit den complexen Abscissen (84) oder (81).

XVI. *Addition zweier oder mehrerer complexer Abscissen.*

Nachdem wir in den vorhergehenden Artikeln die Grundsätze festgestellt haben, um eine complexe Abscisse, wenn sie mit einer oder mehreren complexen Zahlen multiplicirt oder dividirt wird, geometrisch darzustellen, wollen wir jetzt zur Betrachtung der Fälle übergehen, da complexe Abscissen selber durch rationelle oder selbst irrationelle Operationen in einem Ausdrucke unter einander verbunden, und da ein solcher Ausdruck construirt werden soll.

Der einfachste Fall ist der, da zwei oder mehrere complexe Abscissen *addirt* werden sollen. Es seyen nun A und B zwei gegebene complexe Abscissen, und

$$(89) \quad \ldots \quad A + B = X$$

zu construiren. Um bestimmte Fälle zu haben, wollen wir annehmen, dass a' a'' b' b'' absolute Längen seyen, und

$$(90) \quad \ldots \quad A = + a' + b' \,.\, i; \quad B = + a'' + b'' \,.\, i,$$

so wird man haben

$$(91) \quad \ldots \quad X = (a' + a'') + (b' + b'') \,.\, i.$$

Setzt man daher $a' + a'' = a$; $b' + b'' = b$, so ist $X = a + bi$; das heisst, die Summe zweier complexer Abscissen A und B ist eine neue complexe Abscisse X; sie ist so beschaffen, dass ihre

Projectionen auf den Richtungen + 1 und + i den respectiven algebraischen Summen der Projectionen der Abscissen A und B auf eben diesen Richtungen gleich sind. Es lässt sich überdiess leicht zeigen, dass diese Gerade X die *Diagonale* des über den Seiten A und B construirten Parallelogramms sey (Fig. IX.). In der That, wenn PA und PB die graphischen Darstellungen der complexen Abscissen A, B (90), also

$$PC = a'; \quad PD = b'; \quad PE = a''; \quad PF = b''$$

sind; und wenn man über APB das Parallelogramm PAXB vollendet, so ist es leicht, sich zu versichern, dass, nach Herablassung der Senkrechten XU, XV auf die Richtungen PN, PO, die Gleichungen

$$CU = PE; \quad FV = PD$$

bestehen werden, und folglich

$$PU = a' + a''; \quad PV = b' + b''$$

seyn werde. Die Diagonale PX ist daher die Darstellung der Linie (91), das ist der Summe der complexen Abscissen (90).

Für die Differenzform

$$(92) \ \ldots \ A - B = Y$$

bleibt die Construction dieselbe, wie für die Summe (89), indem man für jene Differenz schreiben kann:

$$(93) \ \ldots \ A + (-B) = Y.$$

Man suche daher zwischen A und — B die Diagonale. Die Linie — B erhält man, indem man die Länge der complexen Abscisse B auf ihrer Verlängerung über den Pol P hinaus aufträgt.

Wenn A, B gegebene complexe Linien sind, so stellen sich manchmal die Ausdrücke

$$(94) \quad \ldots \quad A + B\,.\,i = X, \text{ und } A - B\,.\,i = Y$$

zur Construction dar. Es seyen PA und PB die geometrischen Darstellungen der complexen Abscissen A und B (Fig. X.); man ziehe durch den Pol P die auf PB Senkrechte, und trage auf ihr die Länge von B zu beiden Seiten von P auf, so dass man habe:

$$PB' = PB'' = PB.$$

Die Diagonale PX über PA und PB′ ist die Darstellung der Summe A + Bi; die Diagonale PY über PA und PB″ ist die Darstellung der Differenz A — Bi.

Es unterliegt nun keiner weitern Schwierigkeit, die algebraische Summe von mehr als zwei complexen Linien durch geometrische Construction zu bestimmen. In der That, wenn A, B, C, D, was immer für complexe Linien sind, und

$$(95) \quad \ldots \quad A + B + C + D + \ldots = X,$$

so wird man A und B zu einer ersten Diagonale, diese mit C zu einer zweiten Diagonale, diese mit D zu einer dritten Diagonale verbinden, und diese Constructionen so weit fortsetzen, bis alle Glieder der Summe (95) in dieselben einbezogen sind. Die letzte Diagonale, auf welche man solchergestalt kömmt, ist die geometrische Darstellung der complexen Abscisse X oder der Summe der gegebenen complexen Abscissen.

XVII. *Analogie der Addition complexer Abscissen mit der Zusammensetzung der auf einen Punkt wirksamen Kräfte.*

Wenn man sich an dem Punkte P in den Richtungen der complexen Abscissen A, B, C, ... Kräfte wirkend vorstellt, deren Intensitäten den Modulen oder Längen jener Abscissen respective proportional sind, so wird für diese Kräfte eine einzige mittlere Kraft, welche in einer bestimmten Richtung auf den Punkt P wirkt, gesetzt werden können. Die Intensität dieser Mittlern wird dem Modul der Summe der complexen Abscissen A, B, C, ... gleich seyn, und ihre Richtung wird mit der Richtung + 1 einen Winkel bilden, welcher dem Argumente eben dieser Summe gleich ist. Auf eben diese Art also, auf welche zwei oder mehrere, an dem Punkte P nach verschiedenen Richtungen, und in verschiedenen Intensitäten wirksame Kräfte, mittelst des Princips vom Kräfte-Parallelogramm, in eine einzige Mittelkraft zusammengesetzt werden, wird die Summe zweier oder mehrerer complexer Abscissen, durch welche jene Kräfte ihrer Intensität und Richtung nach dargestellt werden, in eine einzige complexe Abscisse zusammengesetzt werden können.

Die Aufgabe also von der Addition zweier oder mehrerer complexer Abscissen und ihre Auflösung ist daher mit dem Probleme der Statik analog, zwei oder mehrere, in einer Ebene an demselben Punkte P wirksame Kräfte in eine einzige Mittelkraft zusammenzusetzen; wir werden daher die *Addition* zweier oder mehrerer complexer Abscissen auch eine *Zusammensetzung* dieser Abscissen in eine *Mittlere* nennen können.

Wenn jetzt $A_0\ A_1\ A_2\ \ldots\ A_{n-1}\ A_n$ complexe Abscissen sind, und mit x eine complexe Zahl bezeichnet wird, so wird jede Wurzel der Gleichung

$$(96)\quad \ldots\quad A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots + A_{n-1} x^{n-1} + A_n x^n = 0$$

die Beschaffenheit besitzen, dass, wenn man aus ihr nach dem XV. Art. die complexen Linien

$$(97)\quad \ldots\quad xA_1;\ x^2A^2;\ \ldots\ x^{n-1}A_{n-1};\ x^nA_n;$$

welche wir respective mit

$$(98) \quad \ldots \quad A'; \quad A''; \quad A'''; \ldots \; A^{(n-1)}; \quad A^{(n)}$$

bezeichnen wollen; und wenn man an dem Punkte P in den Richtungen der complexen Abscissen (98) und A_0 Kräfte wirken lässt, welche den Längen dieser Abscissen proportionell sind, sämmtliche Kräfte um den Punkt P im Gleichgewichte sind. Da die Gleichung (96) im Allgemeinen n Wurzeln hat, so wird es n Systeme von Kräften geben, welche, nach dem Gesetze (97) aus den complexen Abscissen

$$A_1 \; A_2 \; A_3 \; \ldots \; A_{n-1} \; A_n$$

bestimmt, mit A_0 am Punkte P Gleichgewicht machen.

XVIII. Aufgabe. Wenn A und B zwei gegebene complexe Linien bedeuten, E aber eine absolute Länge bezeichnet, welche auf der Richtung + 1 aufzutragen ist, den Ausdruck

$$(99) \quad \ldots \quad \frac{A.B}{E} = X$$

zu construiren.

1. *Aufl.* Offenbar ist $\frac{B}{E}$ eine complexe Zahl. Wir wollen sie $= m + ni$ annehmen, so dass man habe

$$B = m.E + n.E.i,$$

so wird das Produkt

$$(100) \quad \ldots \quad A.(m + n.i) = X$$

nach den im X. oder XIV. Artikel statuirten Grundsätzen construirt werden können.

Wir wollen noch den besondern Fall betrachten, da

$$A = a - bi; \quad B = a + bi,$$

und

$$a = m.E; \quad b = n.E.$$

Die Gleichung (99) gibt dann:

$$\frac{(m.E - n.E.i).(m.E + n.E.i)}{E} = X;$$

oder:

$$(101) \quad \ldots \quad (a-bi).(m+ni) = (m^2+n^2).E = X = \frac{a^2+b^2}{E}.$$

Wenn also $PE = E$; $PD = m.E = a$; $DA = n.E = b$ gesetzt wird (Fig. XI.), und l den Modul von A bezeichnet, das ist $PA = l$; wenn ferner PA verlängert, und $PC = m.l$ genommen wird; wenn überdiess CF senkrecht auf PC steht, und $CF = n.l$ angenommen wird, so wird $PF = X$ seyn. Die zweite der Formeln (101) lässt erkennen, dass die Richtung der Abscisse X mit der Hauptrichtung PN zusammenfalle. Da nun das Dreieck PCF dem Dreiecke PDA ähnlich ist, so folgt

$$PA : PD = PF : PC$$

das ist

$$l : m.E = X : m.l,$$

woraus noch

$$(102) \quad \ldots \quad X = \frac{l^2}{E}.$$

Die Verbindung der Ausdrücke (101) und (102) für X gibt endlich

$$(103) \quad \ldots \quad l^2 = a^2 + b^2.$$

Diese Gleichung enthält den bekannten Satz des Pythagoras, auf welchen sich die Formeln zur Bestimmung der Moduln der complexen Abscissen stützen.

2. *Aufl.* Eine einfachere Construction des Ausdrucks (99) ergibt sich, wenn man für die complexen Abscissen A und B ihre Module und Argumente einführt. Es seyen also r' r'' die Module, ϑ' ϑ'' die Argumente, so ist

$$(104) \quad \ldots \quad X = \frac{r'\,r''}{E}\,.\,e^{(\vartheta' + \vartheta'')\,i}\,.$$

Dieser Formel zufolge ist X eine complexe Abscisse, deren Modul $r = \frac{r'\,r''}{E}$, und Argument $\vartheta = \vartheta' + \vartheta''$. Hieraus ergibt sich folgende Construction der complexen Abscisse X, (99).

Es seyen PA und PB (Fig. XII.) die geometrischen Darstellungen der complexen Abscissen A und B, folglich $PA = r$, $PB = r'$, $APN = \vartheta'$, $BPN = \vartheta''$, $PE = E$. Man verbinde A mit E, nehme $PB' = PB$, ziehe $B'C$ zu EA parallel, und ziehe endlich $PX = PC$ so, dass der Winkel $NPX = \vartheta = \vartheta' + \vartheta''$. Denn man hat, wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke APE, CPB', offenbar:

$$PE : PA = PB' : PC,$$

das ist

$$E : r' = r'' : r,$$

folglich

$$r = \frac{r'\,r''}{E}.$$

Ueberdiess ist das Argument von PX der Winkel $\vartheta = \vartheta' + \vartheta''$; folglich entspricht PX der complexen Abscisse (104) oder (99).

Wenn $A = B$, so geht die Formel (99) über in

$$(105) \quad \ldots \quad \frac{A^2}{E} = X.$$

Um diese Linie zu construiren, hat man also nur nöthig, $PB' = A$, und $\vartheta = 2\,\vartheta'$ zu nehmen.

Wiederholt man diese Construction nach einander, und nimmt als Argumente die successiven Winkel

$$3\vartheta';\quad 4\vartheta';\quad \text{u. s. w.,}$$

so erhält man die Linien

$$(106)\ \ldots\ \frac{A^3}{E^2};\ \frac{A^4}{E^3}\ \text{u. s. w.}$$

Eben so leicht kann man durch fortgesetzte Anwendung der Construction der Formel (104) nach und nach die durch die Formeln

$$(107)\ \ldots\ \frac{A.B.C}{E^2};\ \frac{A.B..C.D}{E^3};\ \text{u. s. w.}$$

erhalten.

XIX. Aufgabe. Es seyen A, B, C gegebene complexe Abscissen, man soll den Ausdruck

$$(108)\ \ldots\ \frac{A.B}{C} = X$$

construiren.

Aufl. Es seyen r' r'' r''' die Module, ϑ' ϑ'' ϑ''' die Argumente der gegebenen complexen Abscissen A, B, C, und $r\vartheta$ Modul und Argument der gesuchten Abscisse X, so ist

$$(109)\ \ldots\ X = \frac{r'\,r''}{r'''}.e^{(\vartheta' + \vartheta'' - \vartheta''').i},$$

folglich

$$(110)\ \ldots\ r = \frac{r'\,r''}{r'''};\ \vartheta = \vartheta' + \vartheta'' - \vartheta'''.$$

Aus diesen Formeln erhält man nun nachstehende Construction für (108): Es seyen PA, PB, PC (Fig. XIII.) die geometrischen

Darstellungen der complexen Abscissen A, B, C, so ist $PA = r'$, $PB = r''$, $PC = r'''$; und $NPA = \vartheta'$, $NPB = \vartheta''$, $NPC = \vartheta'''$. Diess vorausgesetzt, verbinde man C mit A, nehme auf PC die $PB' = PB$ und ziehe B'R zu CA parallel, so ist $PR = \frac{r'\,r''}{r'''} = r$. Denn man hat, wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke APC und RPB' die Gleichung

$$PA : PC = PR : PB', \text{ das ist } r' : r''' = PR : r''.$$

Zieht man nun die Linie PL so, dass der Winkel $NPL = \vartheta$ dem Winkel $\vartheta' + \vartheta'' - \vartheta'''$ gleich ist, und trägt man auf PL die Länge $PX = PR = r$ auf, so wird PX die gesuchte complexe Abscisse X seyn.

Wenn man $A = B$ annimmt, so hat man an der Stelle des Ausdruckes (108) die Formel

$$(111) \;\ldots\; \frac{A^2}{C} = X,$$

deren Construction von der vorhergehenden sich nicht unterscheidet. Die successive Anwendung derselben führt auf die complexen Abscissen

$$(112) \;\ldots\; \frac{A^3}{C^2};\; \frac{A^4}{C^3};\; \ldots$$

Die zwei- oder mehrmalige Wiederholung der Construction der Formel (108) führt endlich noch auf die complexen Abscissen, welche durch die Formeln

$$(113) \;\ldots\; \frac{A.B.C}{D.E};\; \frac{A.B.C.D}{E.F.G};\; \text{u. s. w.}$$

oder durch die Formeln:

$$(114)\ \ldots\ \frac{A^2.B}{C^2};\ \frac{A.B.C}{D^2};\ \frac{A^2.B}{C.D};\ \text{u. s. w.}$$

bestimmt sind.

XX. Aufgabe. Es seyen A und B was immer für gegebene complexe Abscissen; man soll den Ausdruck:

$$(115)\ \ldots\ X = \sqrt[2]{(A.B)}$$

construiren.

Aufl. Es seyen r' r'' die Module, und ϑ' ϑ'' die Argumente der complexen Linien A, B, und $r\,\vartheta$ Modul und Argument der gesuchten Abscisse X, so hat man

$$(116)\ \ldots\ X = (r'\,r'')^{\frac{1}{2}}.e^{\frac{1}{2}(\vartheta' + \vartheta'').i};$$

folglich

$$(117)\ \ldots\ r = \sqrt[2]{(r'\,r'')};\quad \vartheta = \frac{\vartheta' + \vartheta''}{2}.$$

Aus diesen Formeln ergibt sich nun nachstehende Construction des Ausdruckes (115):

Es seyen PA und PB die geometrischen Darstellungen der Linien A, B (Fig. XIV.); über der längern derselben, PA, beschreibe man einen Halbkreis, nehme PB′ = PB, errichte in B′ eine Senkrechte über PA, welche den Halbkreis im Punkte R schneide, so ist $PR = (r'\,r'')^{\frac{1}{2}} = r$. Zieht man nun aus P eine Linie, welche mit PN den Winkel $\frac{\vartheta' + \vartheta''}{2} = \vartheta$ bildet, und trägt darauf PX = PR auf, so wird PX die gesuchte complexe Abscisse seyn. Man kann noch bemerken, dass ϑ noch durch eine der Formeln

$$(118) \quad \ldots \quad \vartheta' + \frac{\vartheta'' + \vartheta'}{2} \text{ oder } \vartheta'' + \frac{\vartheta' - \vartheta''}{2};$$

vorgestellt werden kann.

Wenn daher $\vartheta'' > \vartheta'$, so drehe man **PA** um den halben Winkel **BPA**, um die Richtung von **PX** zu erhalten. Wenn hingegen $\vartheta' > \vartheta''$, so drehe man **PB** um den halben Winkel **APB**, um die Richtung von **PX** zu erhalten. In beiden Fällen geschieht die Drehung der Linien im positiven Sinne. Die Linie **PX** halbirt also den Bogen **BB'**.

Wenn sich der eine Faktor **B** in der Formel (115) auf eine absolute Länge **E** bezieht, so dass man habe

$$(119) \quad \ldots \quad X = \sqrt[2]{(E.A)};$$

so ist

$$(120) \quad \ldots \quad r = \sqrt{(E.r')}; \quad \vartheta = \tfrac{1}{2}\vartheta'.$$

Wenn daher **PE** = **E**, und **PA** die complexe Abscisse **A** vorstellt (Fig. 15), so nehme man darauf **PE'** = **PE**, errichte in **E'** über **PA** die Senkrechte, welche den über **PA** beschriebenen Halbkreis in **R** schneidet, halbire den Bogen **EE'** in **C**, und trage auf der aus **P** durch **C** gezogenen Geraden die Länge **PR** = **PX** auf, so ist **PX** die gesuchte complexe Abscisse (119).

XXI. Aufgabe. Es seyen A und B was immer für gegebene complexe Abscissen; man soll die Ausdrücke:

$$(121) \quad \ldots \quad X = \sqrt[2]{(A^2 + B^2)}; \qquad (122) \quad \ldots \quad Y = \sqrt[2]{(A^2 - B^2)}$$

construiren.

Aufl. Diese beiden Ausdrücke lassen sich durch folgende Formen:

$$X = \sqrt[2]{(A + Bi)\,(A - B.i)}\,; \qquad Y = \sqrt[2]{(A + B)\,(A - B)}$$

ersetzen.

Sucht man also die Diagonalen $A' = A + Bi$; $B' = A - Bi$, nach (94); und die Diagonalen $A + B = A''$; $A - B = B''$ nach (89), (92), so ist X die mittlere Proportionale zwischen A′ und B′, nämlich $\sqrt[2]{(A'.B)}$, und Y die mittlere Proportionale zwischen A″ und B″, nämlich $\sqrt[2]{(A''.B'')}$, welche man nach (115) erhält.

Es ist nun auch leicht, die zusammengesetztere Formel

$$(123) \;\ldots\; X = \sqrt[2]{(A^2 \pm B^2 \pm C^2 \pm D^2 \pm \ldots)}$$

zu construiren. Man darf nur successive die complexen Abscissen:

$$A' = \sqrt[2]{(A^2 \pm B^2)}; \quad B' = \sqrt[2]{(A'^2 \pm C^2)}; \quad C' = \sqrt[2]{(B'^2 \pm D^2)}; \text{ etc.}$$

bestimmen, um in der letzten Geraden die complexe Abscisse X zu haben.

XXII. Aufgabe. Es seyen A und B was immer für gegebene complexe Abscissen; man soll die Ausdrücke

$$(124) \;\ldots\; X = \sqrt[2]{(A^2 + B^2.i)};$$

$$(125) \;\ldots\; Y = \sqrt[2]{(A^2 - B^2.i)}$$

construiren.

Aufl. Diese beiden Ausdrücke lassen sich durch folgende Formen ersetzen:

$$X = \sqrt[2]{(A + B.i^{\frac{3}{2}})\,(A - B.i^{\frac{3}{2}})}; \quad Y = \sqrt[2]{(A + B.i^{\frac{1}{2}})\,(A - B.i^{\frac{1}{2}})}.$$

Nun ist

$$i^{\frac{3}{2}} = e^{\frac{3}{4}\pi . 1}; \quad i^{\frac{1}{2}} = e^{\frac{1}{4}\pi . 1};$$

daher erhält man $B . i^{\frac{3}{2}}$ und $B . i^{\frac{1}{2}}$, wenn man B respective um die Winkel $\frac{3}{4}\pi$ und $\frac{1}{4}\pi$ im positiven Sinne dreht. Bezeichnet man diese complexe Abscissen in ihren neuen Stellungen mit B_1 und B_2, so darf man nur die Summen

$A + B_1$; $A - B_1$ in die mittlern Diagonalen A' und B';
und $A + B_2$; $A - B_2$ „ „ „ „ A'' und B''

nach (89), (92) zusammensetzen, und hierauf die Formeln

$$X = \sqrt[2]{(A' . B')}; \quad Y = \sqrt[2]{(A'' . B'')}$$

nach (115) construiren, um die complexen Abscissen (124), (125) zu erhalten.

Es ist nun leicht, die zusammengesetztere Formel

$$(126) \quad \ldots \quad X = \sqrt[2]{(A^2 . j' + A^2 . j'' + C^2 . j''' + D^2 . j^{\text{IV}} + \ldots)}$$

zu construiren, worin j' j'' j''' j^{IV} ..., welche immer von den Einheiten (1) bezeichnen. Man darf nur successive die complexen Abscissen

$$A' = \sqrt[2]{(A^2 . j' + B^2 . j'')}; \quad B' = \sqrt[2]{(A'^2 + C^2 . j''')}; \quad C' = \sqrt[2]{(B'^2 + D^2 . j^{\text{IV}})}; \text{ etc.}$$

bestimmen, um in der letzten Geraden die complexe Abscisse Y zu haben.

XXIII. *Aufgabe. Es seyen A eine gegebene complexe Abscisse, und α ein gegebener Winkel; man soll die Formeln*

$$(127) \quad \ldots \quad X = A . \sin \alpha; \qquad (128) \quad \ldots \quad X = A . \cos \alpha$$

construiren.

1. *Aufl.* Man hat

$$\sin\alpha = +\tfrac{1}{2}[e^{-\alpha i} - e^{\alpha i}];\quad \cos\alpha = +\tfrac{1}{2}[e^{-\alpha i} + e^{\alpha i}];$$

daher

$$X = \tfrac{1}{2}[A.e^{-\alpha i}.i - A.e^{\alpha i}] = \tfrac{1}{2}[A.e^{\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) i} + A.e^{(\pi + \alpha) i}]$$

und

$$Y = \tfrac{1}{2}[A.e^{-\alpha i} + A.e^{\alpha i}] = \tfrac{1}{2}[A.e^{(2\pi - \alpha).i} + A.e^{\alpha i}]$$

Hieraus ergibt sich nun folgende Construction.

Man drehe die complexe Abscisse A im positiven Sinne um die Winkel $\frac{\pi}{2} - \alpha$ und $\pi + \alpha$, und setze sie in diesen neuen Stellungen in eine Diagonale zusammen, so erhält man die complexe Linie 2X.

Man drehe die complexe Abscisse A im positiven Sinne um die Winkel $2\pi - \alpha$ und α, und setze sie in diesen neuen Stellungen in eine Diagonale zusammen, so erhält man die complexe Linie 2Y.

Halbirt man noch in dem einen und andern Falle die erhaltenen complexen Linien, so hat man die gesuchten complexen Abscissen X, Y, (127), (128).

Es ist nun leicht, die zusammengesetztere Formel:

$$(129)\ldots X=\sqrt[2]{\left[A^2.j'.\binom{\sin}{\cos}^2.\alpha+B^2.j''.\binom{\sin}{\cos}^2.\beta+C^2.j'''.\binom{\sin}{\cos}^2.\gamma+\ldots\right]}$$

zu construiren, worin j′, j″, j‴, … welche immer von den Einheiten (1) bezeichnen; α, β, γ, … gegebene Winkel sind, und das

Zeichen $\left(\begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\right)^2$ bedeutet, dass man entweder $\sin^2$ oder $\cos^2$ des gegebenen nebenstehenden Winkels nehmen könne.

Man kann noch bemerken, dass sich bei der Reduction dieser Formel (129) auf frühere die Gleichungen

$$(120) \;\ldots\; -1 = e^{\pi . i};\quad +i = e^{\frac{\pi}{2} . i};\quad -i = e^{\frac{3\pi}{2} . i}$$

benützen lassen.

2. *Aufl.* Wenn man Modul und Argument von A mit $r\,\vartheta$ bezeichnet, so hat man an der Stelle der beiden Formeln (127), (128) folgende:

$$(131) \;\ldots\; X = r . \sin\alpha . e^{\vartheta . i};$$
$$(132) \;\ldots\; Y = r . \cos\alpha . e^{\vartheta . i}.$$

Hieraus ergibt sich folgende einfachere Construction derselben Formeln (127), (128):

Vom Endpunkte der complexen Abscisse A, der man das Argument α gegeben hat, lasse man auf die Hauptrichtungen, die wir bisher mit NS, WO bezeichnet haben, senkrechte Linien herab, und drehe die auf NS, WO erhaltenen Projectionen um den Winkel ϑ, welchen ursprünglich die Richtung der gegebenen complexen Abscisse A mit der Richtung $+1$ oder PN gemacht hat, oder trage diese Projectionen im positiven oder negativen Sinne auf der Richtung von A auf, je nach Beschaffenheit des gegebenen Winkels α.

XXIV. *Aufgabe. Es sey α ein gegebener Winkel, A eine gegebene complexe Abscisse; man soll die Formeln:*

$$(133) \;\ldots\; X = \frac{A}{\sin\alpha}; \quad (134) \;\ldots\; Y = \frac{A}{\cos\alpha}$$

construiren.

Aufl. Sind $r\,\vartheta$ Modul und Argument von A, so hat man aus (133), (134):

$$X = \frac{r}{\sin\alpha}.e^{\vartheta.i}; \quad Y = \frac{r}{\cos\alpha}.e^{\vartheta.i}$$

Man stelle also die complexe Abscisse A unter dem Winkel α gegen PN oder gegen die Hauptrichtung + 1, errichte so in ihrem Endpunkte eine Senkrechte, welche von den beiden Hauptrichtungen, zwischen welchen jene Gerade liegt, in Punkten trifft, deren Entfernungen von dem Pole P die Längen der durch $\frac{r}{\sin\alpha}$ $\frac{r}{\cos\alpha}$ ausgedrückten Linien sind. Trägt man diese hierauf auf der Richtung der gegebenen complexen Linie A, oder auf der ihr entgegengesetzten (nach Beschaffenheit des Winkels α) auf, so hat man die beiden complexen Abscissen X, Y.

XXV. *Aufgabe. Es seyen A und B zwei gegebene complexe Linien, p, q zwei gegebene abstracte, ganze oder gebrochene, Zahlen; man soll die Formel*

$$(135) \;\ldots\; X = \frac{p.A + q.B}{p + q}$$

construiren.

Aufl. Es seyen PA und PB die geometrischen Darstellungen der complexen Abscissen A und B. Man verbinde A mit B, theile die Länge AB im Punkte X im umgekehrten Verhältnisse der Zahlen p, q, so dass man habe

$$(136) \quad \ldots \quad AX : BX = q : p; \quad \text{oder } p.AX = q.BX$$

und ziehe PX; so ist diese die gesuchte complexe Abscisse.

Denn zieht man von den Punkten A, B, X auf WO die Senkrechten AA′, BB′, XX′, so wie von den Punkten B, X auf AA′ die Senkrechten BC, XD, und nimmt man, um den Fall der Figur zu betrachten

$$A = + a + bi; \quad B = + a' + b'i;$$

so dass

$$AA' = a; \quad PA' = b; \quad BB' = a'; \quad PB' = b';$$

setzt man ferner

$$PX = + x + y.i,$$

so dass XX′ = x; PX′ = y; so hat man, wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke ADX, XEB mit dem Dreiecke ACB, die Gleichungen:

$$(137) \quad \ldots \quad AD : DX : AX = XE : EB : XB = AC : CB : AB,$$

und aus den Formeln (136), (137) findet man:

$$(a - x) : (a - a') = q : (p + q);$$
$$(y - b) : (b' - b) = q : (p + q);$$

woraus sich

$$x = \frac{pa + qa'}{p + q}; \quad y = \frac{pb + pb'}{p + q},$$

mithin

$$x + y.i = \frac{p.(a + bi) + q\,(a' + b'i)}{p + q},$$

das ist

$$PX = \frac{p.A + q.B}{p + q}$$

ergibt.

Auf eben diese Art findet man die Construction des zusammengesetzteren Ausdruckes

$$(138) \quad \ldots \quad X = \frac{m.A + m'.A' + m''.A'' + \ldots}{m + m' + m'' + \ldots},$$

worin A, A′, A″, ... gegebene complexe Linien, und m, m′, m″, ... gegebene abstracte (ganze oder gebrochene) Zahlen bedeuten.

Verbindet man die Endpunkte der Linien A, A′ durch eine Gerade, die man im umgekehrten Verhältnisse der Zahlen m, m′ in einem Punkte C′ theilt; verbindet man hierauf den Punkt C′ mit dem Endpuncte der dritten Linie A″ durch eine Gerade, und theilt sie wieder im umgekehrten Verhältnisse der Zahlen m + m′ und m″ in dem Puncte C″, und setzt auf diese Art die Bestimmung der Theilungspuncte fort, indem man immer den Endpunct einer neuen complexen Abscisse mit dem letzterhaltenen Theilpuncte verbindet, um durch Theilung dieser Verbindungslinie der beiden letzten Puncte einen neuen Theilungspunct zu erhalten, so wird man, nachdem der Endpunct der letzten gegebenen complexen Abscisse in die laufende Construction einbezogen worden ist, einen letzten Theilpunct erhalten; die Verbindungslinie zwischen diesem letzten Puncte und dem Pole P gibt die gesuchte complexe Abscisse (138).

XXVI. *Aufgabe. Es seyen A und B zwei gegebene complexe Abscissen, durch deren Endpuncte eine Gerade gezogen sey; man soll den Ausdruck für das vom Pole auf diese Gerade gefällte Perpendikel bestimmen.*

Aufl. (Fig. XVII.) Es seyen PA, PB die geometrischen Darstellungen der complexen Abscissen A und B, und um einen bestimmten Fall zu haben, sey

$$A = + a + b.i; \quad B = + a' + b'.i;$$

so dass, wenn man von A und B auf WO die Senkrechten AA′, BB′ herablässt,

$$AA' = a; \quad BB' = a'; \quad PA' = b; \quad PB' = b'$$

sey. Diess vorausgesetzt, ziehe man durch die Puncte A und B eine Gerade, welche die Axen in C, D schneidet, und auf diese Gerade die Linie PX senkrecht, so ist dieses Perpendikel die zu bestimmende Linie.

Wir wollen die Linien PO, PD zu coordinirten Axen der x und y annehmen, so ist die Gleichung der Geraden CD bekanntlich

$$(139) \quad \ldots \quad y = -\frac{a - a'}{b' - b}.x + \frac{ab' - a'b}{b' - b},$$

folglich die Gleichung der auf dieser senkrechten Geraden PX:

$$(140) \quad \ldots \quad y = +\left(\frac{b' - b}{a - a'}\right).x$$

Die Coordinaten ihres Durchschnittspunctes X seyen

$$PX' = v; \quad X'X = u;$$

und man wird sie finden, wenn man in den Gleichungen (139), (140) $x = v$, $y = u$ setzt, und diese Gleichungen nach u, v auflöst. Setzt man abkürzend

$$(141) \quad \ldots \quad l^2 = (a - a')^2 + (b' - b)^2;$$

so findet man:

$$(142) \ldots \quad u = \frac{(b' - b).(ab' - a'b)}{l^2}; \; v = \frac{(a - a').(ab' - a'b)}{l^2}.$$

Hieraus ist nun

$$(143) \quad \ldots \quad PX = u + v.i = \frac{(ab' - a'b).[(b' - b) + (a - a').i]}{l^2},$$

oder endlich

$$(144) \quad \ldots \quad PX = \frac{[(a - a') + (b - b').i].(ab' - a'b).i}{(a - a')^2 + (b - b')^2}.$$

Um diesen Ausdruck für PX zu transformiren, bemerke man, dass

$$(a - a')^2 + (b - b')^2 = [(a - a') + (b - b').i]\,[(a - a') - (b - b')\,i].$$

Da sich dadurch im Zähler und Nenner des Ausdrucks (144) ein Faktor, nämlich $(a - a') + (b - b').i$ hebt, so hat man

$$PX = \frac{(ab' - a'b).i}{(a - a') - (b - b')\,i},$$

oder

$$(145) \quad \ldots \quad PX = \frac{(ab' - a'b).i}{(a - bi) - (a' - b'i)}.$$

Die Abscissen $a - bi$ und $a' - b'i$ nennt man die zu $a + bi$ und $a' + b'i$ *conjugirten* Abscissen. Setzt man

$$A' = a - bi; \quad B' = a' - b'i,$$

und bemerkt man, dass

$$(ab' - a'b).i = \frac{A'B - A.B'}{2};$$

so geht endlich der Ausdruck (145) über in folgenden:

$$(146) \quad \ldots \quad PX = \tfrac{1}{2}.\frac{A'.B - A.B'}{A' - B'}.$$

Die zu A und B conjugirten Abscissen A′ und B′ findet man leicht, wenn man jene Abscissen um dieselben spitzigen Winkel, welche sie mit den Hauptrichtungen $+ 1$, oder $- 1$ machen, aus eben diesen Richtungen $+ 1$ oder $- 1$, nach entgegengesetztem Sinne drehen lässt. Wird der Ausdruck (146) nach den, in den Artikeln XVI. und XIX. statuirten Principien construirt, so findet man dieselbe complexe Abscisse, welche durch das Perpendikel PX bestimmt ist.

XXVII. *Constructionen zusammengesetzter Formen.*

Die Formeln (89), (92), (94), (99), (105), (108), (111), (115), (119), (121), 122), (124) und (125), für welche in den vorhergehenden Artikeln die ihnen entsprechenden Constructionen angegeben worden sind, lassen sich als *elementäre* Ausdrücke betrachten, auf welche sich eine grosse Anzahl anderer zusammengesetzter Formeln bringen lässt. Genau genommen, sind schon die Formeln (89), (108) und (115), das ist die Ausdrücke:

$$(147) \quad \ldots \quad A + B; \quad \frac{A.B}{C}; \quad \sqrt[2]{(A.B)}$$

mit ihren Constructionen hinreichend, um die übrigen, oben angezeigten, und viele andere zusammengesetzte Ausdrücke mittelst derselben construiren zu können.

So z. B. kann man die Formeln (111) oder (124), das ist

$$\sqrt[2]{(A^2 + B^2)}; \quad \sqrt[2]{(A^2 + B^2.i)},$$

wenn man ihnen die Formen

$$\sqrt[2]{\left[A.\left(A + \frac{B}{A}\right)\right]}; \quad \sqrt[2]{\left[A.\left(A + \frac{B.Bi}{A}\right)\right]}$$

ertheilt, auf die elementaren Formen (147) zurückbringen.

Wenn gegebene complexe Abscissen in einem Ausdrucke wie immer *durch die rationalen* Operationen unter einander verbunden sind, so werden die beiden ersten der Formeln (147) hinreichend seyn, um, auf dieselben den gegebenen zusammengesetzten Ausdruck reducirend, dessen Construction zu finden. Bei diesem Geschäfte der Reduction einer zusammengesetzten Formel auf die elementaren Formeln wird man sich von denselben Grundsätzen leiten lassen, nach welchen die Zerlegung eines rationalen und reellen algebraischen Ausdrucks zum Behufe ihrer Construction zu geschehen hat. Wenn im gegebenen zusammengesetzten Ausdrucke complexe Abscissen auch unter Quadratwurzelzeichen, oder allgemeiner unter Wurzelzeichen erscheinen, deren Wurzel-Exponenten Potenzen von 2 sind, so wird man auch die dritte der Formeln (147) benöthigen. Wenn der zu construirende Ausdruck noch kein linearer ist, so wird man ihn leicht, durch Annahme einer willkührlichen Linieneinheit E, in einen lineären nach bekannten Regeln verwandeln können.

XXVIII. *Anwendung der Constructionen imaginärer Formen zur Construction der reellen Ausdrücke.*

Jede imaginäre Zahlform kann auf die allgemeine Form

(148) . . . $P + Q.i$

zurückgeführt werden, worin P und Q reelle Zahlen sind.

Wenn man nun einen, wie immer zusammengesetzten imaginären Ausdruck X nach den, in den vorhergehenden Artikeln statuirten Grundsätzen construirt hat, so werden seine Projectionen auf den auf einander senkrechten Hauptrichtungen, die Werthe von P und Q geben. Mittelst dieses Princips kann man zuweilen sehr einfache Constructionen für oft sehr verwickelte Ausdrücke erhalten. Auf diese Anwendung wollen wir nur in einigen besondern Fällen hinweisen.

In der Formel (105) sey $A = a + bi$, so ist durch die Construction derselben, indem man vom Endpuncte der gefundenen complexen Abscisse auf die auf einander senkrechten Hauptrichtungen Perpendikel herablässt, in den Projectionen zugleich die Construction der beiden Formeln:

(150) . . . $\frac{a^2 - b^2}{E}$ und $\frac{2ab}{E}$

erhalten. Wenn daher

$$X = \frac{A^2}{E} = \frac{(a + b\,i)^2}{E};\ \text{so ist}\ P = \frac{a^2 - b^2}{E};\ \ Q = \frac{2\,a\,b}{E}.$$

Auf ähnliche Art lassen sich die reellen Formeln finden, deren Construction man mit der Construction der complexen Abscissen der vorigen Art gewonnen hat.

Wenn

$$(111)\ \ldots\ X = \frac{A^2}{C} = \frac{(a + b\,i)^2}{a' + b'i};$$

so hat man

$$P = \frac{(a^2 - b^2).a' + 2\,a\,b\,b'}{a'^2 + b'^2};\ \ Q = \frac{2\,a\,a'b - (a^2 - b^2)\,b'}{a'^2 + b'^2}.$$

Wenn

$$(108)\ \ldots\ X = \frac{A.B}{C} = \frac{(a + b\,i)\ (a' + b'i)}{a'' + b''i},$$

so ist

$$P = \frac{(a\,a' - b\,b').a'' + (a\,b' + a'b).b''}{a''^2 + b''^2};\ \ Q = \frac{(a\,b' + a'b)a'' - (aa' - bb')b''}{a''^2 + b''^2}.$$

Wenn

$$(115)\ \ldots\ X = \sqrt[2]{(A.B)} = \sqrt[2]{(a + b\,i)\ (a' + b'i)};$$

so ist

$$P = \sqrt{\left[\frac{\sqrt[2]{(a^2+b^2)\,(a'^2+b'^2)} + (aa'-bb')}{2}\right]}$$

$$Q = \sqrt{\left[\frac{\sqrt[2]{(a^2+b^2)\,(a'^2+b'^2)} - (aa'-bb')}{2}\right]}$$

Zuweilen kann ein Ausdruck, der complexe Abscissen enthält, in einen andern mit complexen Abscissen transformirt werden, welcher weit zusammengesetzter ist, als der erstere. In diesem Falle enthält die Construction des einen zugleich die des andern Ausdruckes, z. B.

$$(151) \;\ldots\; \sqrt[2]{(A^2 \pm B^2.i)} = \left[\frac{(A^4+B^4)^{\frac{1}{2}}+A^2}{2}\right]^{\frac{1}{2}} \pm \left[\frac{(A^4+B^4)^{\frac{1}{2}}-A^2}{2}\right]^{\frac{1}{2}}.i$$

Aus dieser Gleichung findet man nun

$$(152) \begin{cases} \dfrac{\sqrt[2]{(A^2+B^2.i)}+\sqrt[2]{(A^2-B^2 i)}}{2} = \left[\dfrac{(A^4+B^4)^{\frac{1}{2}}+A^2}{2}\right]^{\frac{1}{2}}, \\ \dfrac{\sqrt[2]{(A^2+B^2.i)}-\sqrt[2]{(A^2-B^2 i)}}{2} = \left[\dfrac{(A^4+B^4)^{\frac{1}{2}}-A^2}{2}\right]^{\frac{1}{2}}.i. \end{cases}$$

Die Constructionen der ersten Theile dieser Gleichungen sind leicht, indem nur die halben Diagonalen über den complexen Abscissen $\sqrt[2]{(A^2 + B^2.i)}$ und $\sqrt[2]{(A^2 - B^2 i)}$ zu zeichnen sind. Diese sind zugleich die complexen Abscissen für die Ausdrücke in den zweiten Theilen der Gleichung (152).

Wir wollen diese Formeln nicht weiter verfolgen, da es nicht schwer ist, eine grosse Menge derselben zu produciren, die mitunter sehr einfache Constructionen gestatten, obgleich die Ausdrücke selbst sehr verwickelt sind.

XXIX. *Auflösung der Gleichungen des zweiten Grades.*

Es sey

$$(153) \ldots \quad x^2 + A.x + B^2 = 0$$

eine vorgelegte Gleichung des zweiten Grades, worin A und B complexe Abscissen sind, so wird x ebenfalls eine complexe Abscisse seyn, deren Werth durch Construction gefunden werden soll. Die beiden Wurzeln dieser Gleichung sind in der Formel

$$(154) \ldots \quad \tfrac{1}{2}.[\pm \sqrt[2]{(A^2 - 4B^2)} \mp A]$$

enthalten, worin von den beiden Zeichen des obern und untern successive zu nehmen ist.

Da $A^2 - 4B^2 = (A + 2B)(A - 2B)$, so sind die, in (154) enthaltenen Wurzeln der Gleichung (153):

$$(155) \ldots \quad \tfrac{1}{2}.[\sqrt[2]{(A + 2B)(A - 2B)} - A]$$

$$(156) \ldots \quad - \tfrac{1}{2}.[\sqrt[2]{(A + 2B)(A - 2B)} + A]$$

Aus diesen beiden Formeln ergibt sich nun folgende Construction der beiden Wurzeln der Gleichung (153):

Ueber den complexen Linien A und 2B construire man, nach (89), (92) die Diagonalen

$$A + 2B = D' \text{ und } A - 2B = D'';$$

und suche nach (115) die complexe Abscisse

$$D = \sqrt[2]{(D'.D'')};$$

diese letzte Linie setze man mit A nach denselben Formeln (89), (92) in die Diagonalen

$$D - A = X'; \quad D + A = X''$$

zusammen, so stellen die Linien

$$\tfrac{1}{2}.X'; \quad -\tfrac{1}{2}X''$$

die beiden Wurzeln der Gleichung (153) vor.

Der Gleichung des zweiten Grades kann man noch die Form $x^2 + Ax + B.E = o$ geben, worin A, B complexe Abscissen, E eine absolute Länge ist, die man = 1 setzen kann. Dann sind die Wurzeln durch die Formel

$$x = \tfrac{1}{2}.\left[\pm \sqrt[2]{E\left(\frac{A^2}{E} - B\right)} - A\right],$$

ausgedrückt, deren Construction leicht ausgeführt werden kann.

XXX. *Auflösung der Gleichungen von höheren Graden.*

Die Wurzeln der Gleichungen, welche den zweiten Grad übersteigen, lassen sich bekanntlich durch die Gerade und den Kreis nicht construiren. Nur in einigen speciellen Fällen ist eine geometrische Construction der Wurzeln möglich, von welchen wir folgende zwei betrachten wollen.

Die n Wurzeln der Gleichung

(157) $\ldots\; x^n - A^n = o,$

worin A eine complexe Abscisse ist, sind:

(158) $\ldots\; A.e^{1.\frac{2\pi}{n}.i};\; A.e^{2.\frac{2\pi}{n}.i};\; A.e^{3.\frac{2\pi}{n}.i};\ldots;\; A.e^{n.\frac{2\pi}{n}.i}.$

Man theile also die Peripherie des Kreises in n gleiche Theile und rücke die complexe Abscisse A successive immer um einen solchen Winkel im positiven Sinne fort, so wird man ausser der ursprünglichen Lage von A noch n — 1 andere erhalten, welche, mit jener ursprünglichen vereinigt, die, den n Wurzeln der Gleichung (157) entsprechenden complexen Abscissen geben.

Es sey

(158) $\ldots\; x^{2n} - 2A^n x^n.\cos\alpha + A^{2n} = o$

eine gegebene Gleichung, worin A eine gegebene complexe Abscisse, α einen gegebenen Winkel bedeutet.

Die 2 n Wurzeln ergeben sich aus den Formeln

(159) $\ldots\; e^{r.\frac{2\pi}{n}.i}.e^{+\frac{\alpha}{n}.i}A;$

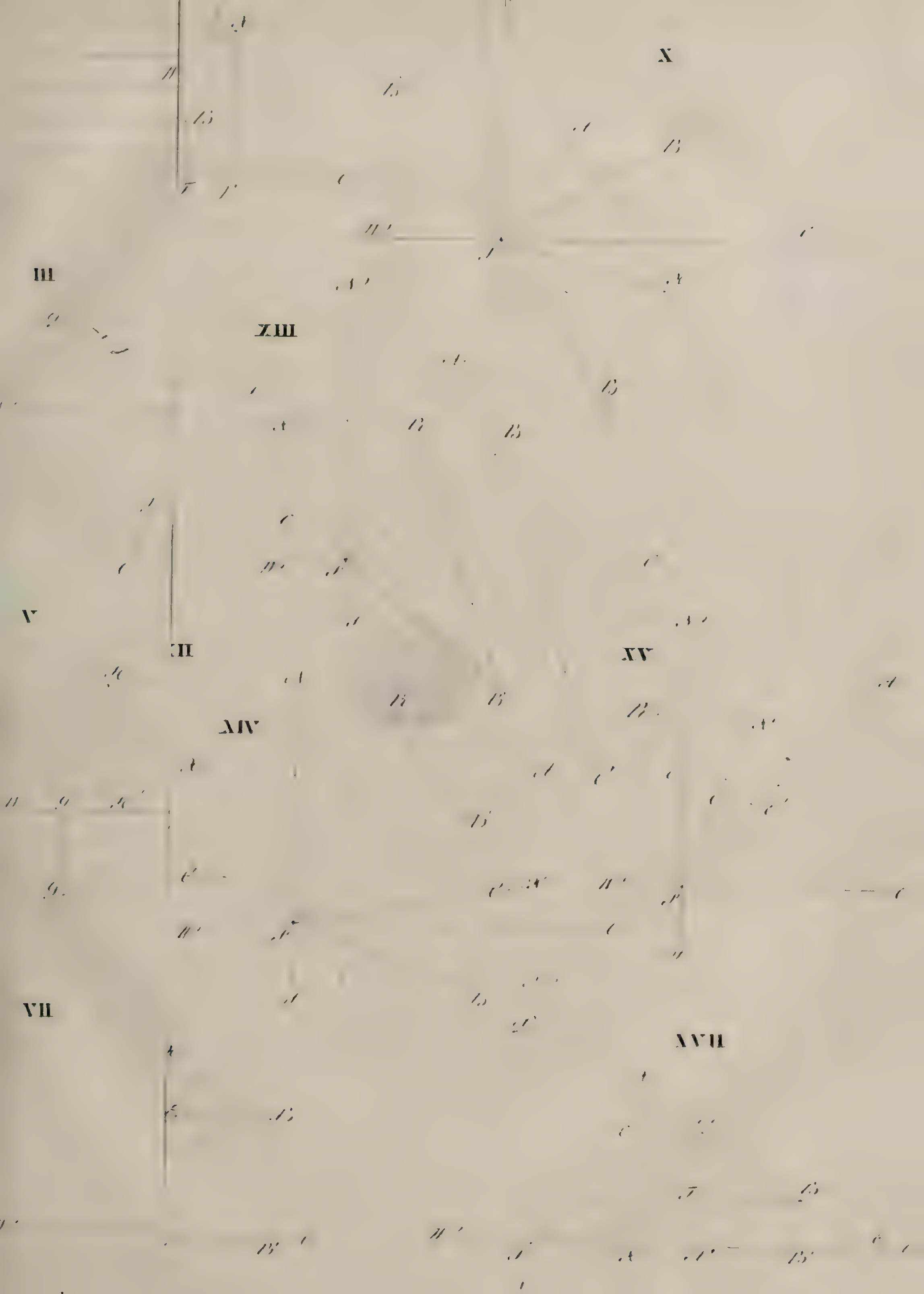
(160) $\ldots\; e^{r.\frac{2\pi}{n}.i}.e^{-\frac{\alpha}{n}.i}A;$

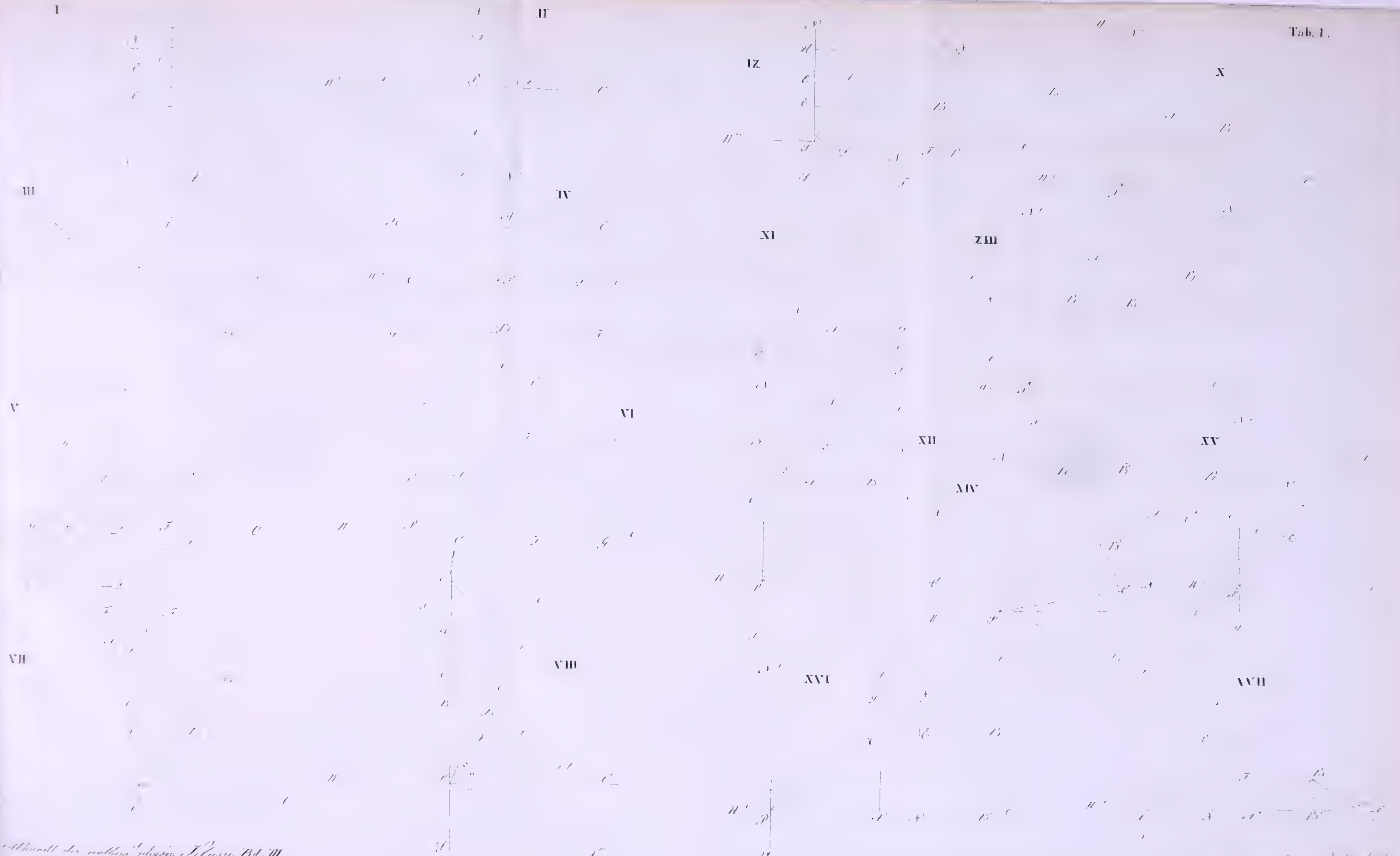
in welchen man für r alle ganze Zahlen:

1, 2, 3, . . . n

zu setzen hat.

Man theile also den Winkel α in n gleiche Theile, und drehe die gegebene complexe Abscisse A im *positiven* und im *negativen* Sinne um diesen Winkel $\frac{\alpha}{n}$. Dadurch erhält man zwei neue Stellungen der complexen Abscisse A. Dreht man die eine wie die andere successive um den Winkel $\frac{2\pi}{n}$; so erhält man 2 n Lagen complexer Abscissen, welche die gesuchten Wurzeln der Gleichung (158) darstellen.


X
III
XIII
V
XII
XV
XIV
VII
XVII


I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
XIII
XIV
XV
XVI
XVII

Zu Abhandl. d. von Prof. [illegible]

III.

Fossile Ueberreste
von einem
Affen und einigen andern Säugthieren
aus Griechenland.

Beschrieben von
Prof. Dr. Andreas Wagner
in München.

Fossile Ueberreste
von einem
Affen und einigen andern Säugthieren
aus Griechenland.

Beschrieben vom
Prof. Dr. Andreas Wagner
in München.

Im Frühjahre von 1838 hatte ich das Glück, für die k. Sammlung dahier eine Schachtel mit fossilen Knochen zu acquiriren, welche ein in griechischen Diensten gestandener und nun mit Abschied in seine Heimath zurückgekehrter Soldat am Fusse des Pentelikon gesammelt hatte. Obgleich die Anzahl der Exemplare nicht beträchtlich, auch ihr Zustand ein sehr fragmentarischer ist, so ist diese kleine Collection doch von Bedeutung für die Wissenschaft, als durch sie einige wichtige urweltliche Thierformen angezeigt werden und zugleich ein neuer Fundort von Ueberresten ausgestorbener Thiere, welcher für die Zukunft eine reiche und wichtige Ausbeute verspricht, ermittelt ist. Die Musterung der erworbenen fossilen Fragmente zeigte, dass sie sämmtlich Säugthieren, und zwar nachfolgenden Ordnungen derselben angehörten.

1. Affe (Tab. I. Fig. 1, 2, 3).

In der kleinen Collection, von der hier die Rede ist, ist bei weitem das wichtigste Stück das Fragment eines Schädels von einem urweltlichen Affen, und trotz seiner Kleinheit und Unvollständigkeit kann es doch nächst dem *Ornithocephalus longirostris* als der werthvollste und seltenste Gegenstand der hiesigen Petrefacten-Sammlung gelten. Zwar habe ich bereits früher eine kurze Beschreibung *) dieses Fragmentes mitgetheilt, indess ohne bildliche Darstellung, wodurch auch jener nicht die nothwendige Deutlichkeit gegeben werden konnte; indem ich nun ausführlicher die Beschreibung gebe, füge ich die damals versprochenen Abbildungen dieses Schädelfragments bei, wodurch erst der Leser eine klare Vorstellung von demselben gewinnt.

Es hatte bekanntlich früherhin bei den Naturforschern ein eignes Befremden erregt, dass während man die Thiere der heissen Zone, wie Löwe, Hyäne, Elephant, Nashorn u. dgl., nicht blos in ihrer jetzigen Wohnstätte, sondern auch in unsern Klimaten, wo sie gegenwärtig nicht mehr hausen, unter den urweltlichen Thieren allenthalben und in Menge gefunden hatte, gleichwohl von Affen, die mit jenen Thieren in der nunmehrigen Erdperiode zusammenwohnen, nirgends eine Spur unter den antediluvianischen Ueberresten gefunden wurde. Man konnte sich die Ursache eines solchen Mangels nicht denken, und man wurde daher wirklich aus einer Verlegenheit erlöst, als vor drei Jahren die überraschende Nachricht eintraf, dass fossile Affenfragmente, und zwar an sehr weit auseinander gelegenen Orten, entdeckt worden seyen.

---

*) Münchner gel. Anzeig. 1839 S. 306 ff.

Baker und Durand, Officiere beim ostindischen Ingenieurcorps, hatten am Fusse des Himalaya aus den tertiären Bildungen der Siwalikberge das fossile Oberkiefer-Fragment eines Affen erlangt und diesen Fund zur Publicität gebracht *). Nach ihren Bestimmungen zeigte das gefundene Stück manche Aehnlichkeit mit den entsprechenden Theilen der Schlankaffen, nur hätte der urweltliche Affe eine weit bedeutendere Grösse als die Arten von Semnopithecus erreicht, indem er in dieser Hinsicht dem Orang-Utang nicht nachgestanden wäre. Ein später aus denselben Lagerstätten aufgefundenes fossiles Sprungbein war einer zweiten Affenart angehörig, da solches an Grösse nur dem des Semnopithecus Entellus gleich kam.

Während jene merkwürdige Entdeckung in Ostindien gemacht wurde, hatte Lartet fast gleichzeitig das Glück, in der tertiären Formation der Gegend von Auch, im Departement du Gers, einige fossile Ueberreste von Vierhändern aufzufinden, unter welchen namentlich eine Kinnlade einen antediluvianischen Affen andeutete, den die französischen Zoologen in nächster Verwandtschaft mit dem Siamang (Hylobates syndactylus) erklärten. Von einem einzelnen Zahne vermuthet Blainville, dass er abermals einer andern Art, und zwar einem Sapajou, angehört haben könnte.

Ausser Ostindien und Frankreich ist nunmehr durch unser Exemplar auch Griechenland als ein dritter Fundort für urweltliche Affenüberreste nachgewiesen. Leider ist dieses Fragment in einem sehr verstümmelten Zustande, indem sich nur der Schnautzentheil, und auch dieser bedeutend beschädigt, erhalten hat. Er ist gleich vom untern Augenhöhlenrande an abgebrochen; der linke Oberkie-

---

*) Vgl. genannte Anzeigen V. S. 869.

fer ist in seiner hintern Hälfte defect, dagegen ist der rechte Oberkiefer, der Zwischenkiefer und der knöcherne Gaumen vollständig vorhanden. An Zähnen kommen nur noch zwei vor, nämlich der dritte und vierte Backenzahn der rechten Seite; die andern sind entweder abgebrochen, so dass die Wurzeln noch in den Fächern stecken, oder die Zähne sind ganz ausgefallen und ihre Fächer mit verhärteter rother Erde, in welche überhaupt diese Knochen eingebacken sind, ausgefüllt.

Die verschiedenen Gattungen, in welche die Ordnung der Affen neuerdings gesondert worden ist, lassen sich nach Zahl und Beschaffenheit der Zähne, so wie nach der Form des Schädels von einander unterscheiden, wie ich diess anderwärts *) ausführlich erörtert habe. Beginnen wir mit der Betrachtung des *Gebisses* und zwar zuerst mit der Ermittlung der Anzahl der Zähne.

Die rechte Kieferhälfte, welche, wie gesagt, vollständig erhalten ist, zeigt, dass in ihr fünf Backenzähne enthalten sind. Auf sie folgt ohne Unterbrechung das tiefe und einfache Fach für den Eckzahn. Nach einer kleinen Lücke kommen vier Schneidezähne; der Zwischenkiefer, in welchem sie sitzen, lässt auf der Gaumenfläche noch zum Theil seine Abgränzung gegen den Gaumenfortsatz des Oberkieferbeins erkennen. Der linke Oberkiefer hat nur noch das Fach für den Eckzahn aufzuweisen; das Uebrige ist abgebrochen.

Schon die Zahl dieser Zähne und ihre Vertheilung nach den drei verschiedenen Sorten derselben weist uns mit Entschiedenheit

---

*) *Schreber's* Säugthiere, Supplementband (1839), mit der Monographie der Affen beginnend.

auf das Zahnsystem des Menschen und der Affen hin. An unserm fossilen Fragmente lautet die Zahnformel für die obern Zähne, die wir an selbigem allein kennen: Schneidezähne 4, Eckzähne 1. 1, Backenzähne 5. 5, im Ganzen also 16 für den Oberkiefer. Diess ist dieselbe Zahl, welche wir beim Menschen und den Affen der alten Welt vorfinden. Die amerikanischen Affen, welche jederseits einen Backenzahn mehr besitzen, schliessen sich hiedurch von selbst von einer weitern Vergleichung mit dem erwähnten Fragmente aus; zwar haben die Seidenaffen (Hapale) mit den altweltlichen Vierhändern dieselbe Zahl der Backenzähne gemein, allein die viel geringere Grösse und was hier gleich, um Weitläufigkeiten zu vermeiden, erwähnt werden mag, ihre verschiedene Form, lassen auch diese Gattung in keinen weitern Betracht kommen. Demgemäss bleibt uns zur Vergleichung nur noch der Mensch und die Affen der alten Welt übrig. Jener schliesst sich indess schon dadurch auf der Stelle aus, dass bei ihm im Oberkiefer zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn keine Lücke vorhanden ist, auch das Fach für letzteren bei ihm weder so tief, noch so weit ist. Somit sind wir demnach hinsichtlich der Zahl, Vertheilung und Aneinanderreihung der Zähne auf die Affen der alten Welt hingewiesen.

Dasselbe Resultat erlangen wir aus der Betrachtung der Gestalt dieser Zähne. Die beiden Backenzähne, welche allein ihre Kronen behalten haben, sind glücklicher Weise im vollkommensten Zustande und noch sehr wenig abgenützt. Diese beiden Zähne (der dritte und vierte der rechten Seite) sind ziemlich gross, auf der äussern Seite etwas breiter als auf der innern, und der Längsdurchmesser (von vorn nach hinten) kommt fast der Breite (von aussen nach innen) gleich. Der vordere von diesen beiden Backenzähnen (der dritte in der Reihenfolge) ist etwas kleiner als der folgende, namentlich auf der Innenseite schmäler; seine äussere

Fläche ist $3\frac{1}{3}'''$, seine innere nur $2\frac{2}{3}'''$ breit; der andere (der vierte) Backenzahn ist ungefähr um eine Drittellinie breiter. Jeder dieser beiden Zähne besteht aus vier paarweise gestellten und spitzen Höckern, von welchen die äussern etwas länger sind als die innern, deren Spitzen, zumal am vordern Zahn, bereits ziemlich abgeführt sind.

Die übrigen Backenzähne, wie erwähnt, haben ihre Kronen verloren, indess stecken in den frühern noch ihre Wurzeln, so dass man gleichwohl erhebliche Merkmale hievon entnehmen kann.

Das Fach für den letzten oder fünften Backenzahn zeigt an, dass der in ihm enthalten gewesene Zahn an Grösse seinem Vorgänger wenig oder nichts nachgegeben hat; sein Alveolentheil hat 3 Wurzeln, wovon 2 an der äussern und eine an der innern Seite sitzt.

Beträchtlich schmäler als der dritte Backenzahn ist das Fach für den zweiten Backenzahn; in ihm stecken noch die drei Wurzeln, auf dieselbe Weise wie beim fünften Zahn vertheilt. — Der erste Backenzahn ist nicht schmäler als der zweite, wohl aber von aussen nach innen kürzer; auch er hat ähnliche drei Wurzeln.

Vom darauf folgenden rechten Eckzahn ist blos die Alveole, mit rothem Ocker ausgefüllt, vorhanden. Sie hat eine schief gewendete, ovale, ziemlich grosse Oeffnung, und da sie äusserlich durch eine Beschädigung der Länge nach aufgeschlitzt ist, so sieht man, dass sie, trichterförmig sich zuspitzend, weit aufsteigt. Ziemlich undeutlich ist das Zahnfach für den linken Eckzahn.

Deutlich erhalten sind die Fächer für die vier Schneidezähne. Im ersten, das auf den rechten Eckzahn folgt, steckt noch die abgebrochene einfache Wurzel; die drei andern Fächer sind mit derselben Masse, wie die Alveolen der Eckzähne ausgefüllt. Mit den leeren Zahnhöhlen eines Schädels von Hylobates concolor verglichen, giebt sich in der Form dieser vier Fächer des fossilen Schädels keine Verschiedenheit kund.

Nachdem wir auf diese Weise die Beschaffenheit der Zähne am fossilen Fragmente kennen gelernt haben, können wir jetzt an eine Vergleichung derselben mit denen des Menschen und der lebenden Affen gehen. Sollte eine kecke Fantasie sich etwa beigehen lassen, in diesem Gebisse das eines menschlichen Pygmäen sehen zu wollen, so kann man sie leicht dadurch berichtigen, dass solche vierseitige zackige Kronen, wie sie der dritte und vierte Backenzahn zeigt, ferner drei Wurzeln am ersten und zweiten Backenzahn (beim Menschen beide ein-, selten zweiwurzelig) und endlich ein raubthierähnlicher langer Fangzahn, statt eines kurzen Eckzahns, beim Menschen nicht vorkommen. Somit sind wir denn wieder mit unserer weitern Vergleichung auf die Vierhänder beschränkt. Um nicht allzu weitläufig zu werden, bemerke ich gleich, dass eine sorgfältige Betrachtung der americanischen Affenschädel, welche unsere Sammlung von allen Gattungen derselben besitzt, mit Sicherheit darthut, dass mit ihnen das fossile Gebiss nicht zusammengestellt werden darf; kein Affe der neuen Welt hat eine solche Form des dritten, vierten und fünften Backenzahns. Die Wahl bleibt demnach nur noch unter den Affen der alten Welt.

Der Orang-Utang kann sowohl durch die Grösse, als auch durch die mehr rundliche Contur seiner Backenzahn-Kronen in keinen Betracht kommen. Der Gibbon, von dem ich drei Schädel (von Hylobates concolor, Lar und einer dritten unbestimmten Art) zu Rathe ziehen kann, würde zwar hinsichtlich der Grösse der Backenzähne kein Hinderniss in den Weg legen, wohl aber hinsichtlich ihrer Form, indem der dritte und vierte Backenzahn bei ihm etwas kleiner, gerundeter und ein wenig schiefer gestellt ist, auch ist sein hinterster Backenzahn merklich kleiner. So bleiben uns denn noch die Gattungen Semnopithecus, Colobus, Cercopithecus, Inuus und Cynocephalus übrig, die im Bau der genannten Backenzähne mehr unter sich übereinstimmen, und von welchen den fossilen Zähnen am nächsten die von Semnopithecus (S. Maurus und pruinosus) und Colobus (C. Temminckii) kommen.

Wir rücken unserm Zielpuncte näher. Die Betrachtung der Zähne hat zwar ergeben, dass das Gebiss des fossilen Fragments weder den Typus des Menschen, noch der americanischen Affen, noch des Orang-Utangs oder des Gibbons an sich trägt; gleichwohl schwankt unsere Bestimmung noch zwischen mehreren, in ihrem Knochenbaue verschiedenen Gattungen. Wäre uns der letzte Backenzahn des Unterkiefers bekannt, so würde aus seiner vierhöckerigen Beschaffenheit der Cercopithecus erkannt, aus seiner fünfhöckerigen Beschaffenheit die Gattungen Semnopithecus, Colobus, Inuus und Cynocephalus. Diesen Zahn kennen wir aber nicht, und desshalb müssen wir jetzt aus der Betrachtung des geringen Ueberrestes vom Schädel uns weiter zu helfen suchen.

Ober- und Zwischenkieferbein bilden am fossilen Schädel einen so geringen Vorsprung der Schnautze, dass nicht blos die Orang-Utangs und Paviane, sondern auch die Makakos (Inuus) dadurch beseitigt sind; auch darf man nicht etwa glauben, dass der Vorsprung blos desshalb bei unserm Fragmente nicht merklich sey, weil es einem jungen Thiere angehört haben möchte, sondern die ganze Beschaffenheit desselben zeigt einen ausgewachsenen Zustand an. Jetzt haben wir also nur noch unter Hylobates, Semnopithecus, Colobus und Cercopithecus zu wählen. Hier ist nun gleich zu erinnern, dass Schlank- und Stummelaffen generisch von einander nicht getrennt werden dürfen, da die Beschaffenheit des Knochengerüstes und des Verdauungsapparates in beiden dieselbe ist, so dass keine weitere Verschiedenheit als in dem Mangel oder Besitz eines kurzen Daumens an den Vorderhänden wahrgenommen wird *). Unter den 3 Gattungen (Hylobates, Semnopithecus und

---

*) Dass Schlankaffen (Semnopithecus) und Stummelaffen (Colobus) im Schädelbaue mit einander übereinstimmen, hat zuerst Temminck ausgesprochen. Seitdem habe ich in Frankfurt Gelegenheit gehabt, diess zu bestätigen, und indem in diesen Tagen unsere Sammlung ein Fell von Colobus Temminckii, in dem Schädel und Knochen der Extremitäten noch ansassen, erhielt, konnte ich mich weiters von dieser Uebereinstimmung überzeugen. Von besonderem Interesse war für mich die Untersuchung der Handknochen. Bekanntlich fehlt den Stummelaffen der vordere Daumen, und weder C. Guereza, noch C. Temminckii zeigen die mindeste Spur davon von aussen. Am Skelet des Guereza nimmt man aber am Mittelhandknochen des Daumens ein kleines, kaum liniengrosses Kügelchen wahr, das sich an selbigem anheftet und die Stelle beider Glieder des Daumens vertritt. Ein ähnliches Verhalten giebt auch die knöcherne Hand unsers Colobus Temminckii zu erkennen. Am linken Daumen heftet sich am Mittelhandknochen ein kleines, mehr breites als langes Knöpfchen an; am rechten Mittelhandknochen ist es mehr in die Länge gestreckt (2''' lang), also mehr phalangenähnlich als das linke. Gelegentlich bemerke ich, dass der Oberarmknochen unsers Stummelaffen am innern Condylus nicht durchbohrt ist.

Da demnach der Daumen den Stummelaffen nur äusserlich abgeht, am Skelet aber dem Rudimente nach vorhanden, überdiess bei den Schlankaffen sehr verkürzt und also von geringer Erheblichkeit ist, so kann sein äusserlicher Mangel oder Vorkommen keine generische Scheidung begründen, wie man diess bei den amerikanischen Klammeraffen schon länger erkannte, aus welcher Gattung unsere Sammlung neuerdings ein höchst merkwürdiges Exemplar in Branntwein erhalten hat, das auf der einen Seite einen Daumenstummel besitzt und demnach zu Ateles pentadactylus

Cercopithecus), die unserer Auswahl noch übrig bleiben, ist der Schnautzentheil — mehr können wir bei dem verstümmelten Zustande des fossilen Schädels nicht in Betracht ziehen — dadurch verschieden, dass bei den Meerkatzen und Schlankaffen (mit Inbegriff der Stummelaffen) die Nasenöffnung sehr schmal, bei den Gibbons dagegen auffallend breit ist. In dieser Beziehung nun kommt unser fossiles Fragment ganz mit dem Gibbon überein, indem es dieselbe weite Nasenöffnung wie dieser hat.

Als Schlussresultat aus den vorstehenden Betrachtungen ergiebt es sich demnach, dass das fossile Schädelfragment hinsichtlich seiner äussern Formen am nächsten der Gattung Hylobates steht, dass es aber gleichwohl mit ihr nicht vereinigt werden darf, indem die Form der Backenzähne etwas abweicht, welche eher mit denen der Schlank- und Stummelaffen übereinstimmen. So weit man nach dem geringen Ueberreste, der mir von diesem Thiere vorliegt, zu einer Vermuthung berechtigt ist, bin ich der Meinung, dass der urweltliche Affe in der Mitte gestanden haben möge zwischen Hylobates und Semnopithecus. Ich lege ihm demnach den Namen Mesopithecus bei, und bezeichne ihn von seinem Fundorte als Mesopithecus pentelicus.

Schliesslich füge ich noch einige Maassabnahmen bei, wie sie sich mir am fossilen Schädel und an denen von Hylobates, Semnopithecus und Colobus ergeben haben.

---

gehören würde, auf der andern Seite aber desselben gänzlich ermangelt und auf dieser Hälfte demnach dem Ateles Paniscus zugezählt werden müsste. Die hieraus sich ergebenden Muskelabweichungen, so wie überhaupt die wichtigsten myologischen Eigenthümlichkeiten dieser Gattung habe ich in meiner Fortsetzung von *Schreber's* Säugthieren (Supplementband 1839 S. 192 ff.) erörtert.

	Fossiler Schädel	Hylobates	Semnopithecus	Colobus
Länge des knöchernen Gaumens	1″ 6‴	1″ 4½‴	1″ 4‴	1″ 5½‴
„ der Fachreihe für die fünf Backenzähne der rechten Seite	1 2½	0 11	1 0	1 1
Weite, innere, zwischen den beiden Eckzähnen	0 7	0 7	0 6	0 7
Weite, grösste, der Nasenöffnung	0 5½	0 5½	0 3¾	0 3¾

An Grösse würde also der urweltliche Affe den gewöhnlichen Schlankaffen und Meerkatzen gleichgekommen seyn.

2. *Fleischfresser* (Tab. I. Fig. 4, 5, 6).

Sehr Weniges ist es, was in der kleinen Collection der Ordnung der Raubthiere angehört. Es sind diess nur drei Stücke: ein einzelner freier Backenzahn, ein Stück Unterkiefer mit zwei Backenzähnen und ein loser Eckzahn.

Der erste von diesen Backenzähnen ist ein oberer Reisszahn der rechten Seite. Seine äussere Wand besteht aus drei Zacken: der vordere ist der kürzeste und bildet eine dicke dreiseitige Pyramide mit etwas gewölbten Seitenflächen; der zweite Zacken (der mittlere) ist der höchste und bildet eine rückwärts geneigte Spitze; der dritte ist ein längs gezogener schmaler Kamm. Innen setzt sich dem ersten Zacken und dem Vordertheil des zweiten gegenüber ein sehr dicker, kurzer, spitziger Ansatz als vierter Zacken an. Beim Vergleich mit dem Gebisse der lebenden Raubthiere schliesst sich gleich der Hund und der Marder aus, weil ihnen der vordere Zacken ganz fehlt oder nur ein stumpfes Höckerchen ist. Hyänen und Katzen haben zwar dieselbe Anzahl von Zacken; indess ist bei jenen der mittlere Zacken dicker, der hintere länger gestreckt;

mit dem entsprechenden und gleich grossen Reisszahne eines Luchses verglichen, zeigt sich dieser an dem mittlern Zacken viel dicker und der innere weit schwächer. Viverra und Herpestes, die in den wesentlichen Merkmalen des Gebisses mit einander übereinkommen, haben einen ähnlichen obern Reisszahn wie der fossile, aber mit dem Unterschiede, dass der vorderste Zacken nur als ein mehr oder minder sichtliches Höckerchen erscheint, und der mittlere Zacken viel höher als der hintere ist. Bei aller Aehnlichkeit mit verwandten lebenden Gattungen giebt der fossile Reisszahn gleichwohl auch kleine Eigenthümlichkeiten zu erkennen, die für eine selbstständige neue Gattung sprechen könnten.

Zwei untere Backenzähne sind noch in einem Kieferfragmente enthalten, und da ihre Grösse, Färbung und namentlich dendritische zufällige Zeichnungen denen des obern, so eben beschriebenen Zahnes entsprechen, so zweifle ich nicht im Mindesten, dass beide Stücke, wenn auch nicht vielleicht von demselben Individuum, doch wenigstens von derselben Art herrühren. Diese Backenzähne gehören der rechten Seite an und sind der untere Reisszahn, nebst seinem Vorgänger, dem letzten Lückenzahne.

Dieser untere Reisszahn ist leider in seiner hintern Hälfte abgebrochen und hat somit einen sehr wesentlichen Theil für die Bestimmung verloren. Seine vordere Hälfte besteht aus drei Zakken, von denen der innere nicht ein blosses Höckerchen wie bei den Hunden, sondern ein vollständiger freier Zacken wie bei den Viverren und Mangusten ist. Von der hintern Hälfte dieses Zahnes sieht man nur noch so viel, dass sie sich mit zwei Höckern zu erheben beginnt; das Uebrige ist abgebrochen. Dieser untere Reisszahn ist demnach gänzlich verschieden von dem der Hyänen und Katzen, weicht auch beträchtlich von dem der Hunde und Marder ab, kommt dagegen in den Hauptstücken mit dem der Viverren überein.

Der letzte Lückenzahn ist fast vollständig erhalten und von ansehnlicher Grösse. Sein vorderer, grösserer Theil besteht aus einem vordern kleinern und aus einem hintern, grössern und dickern Zacken; der viel kürzere, aber etwas breitere Hintertheil hat zwei kurze, von aussen nach innen gestellte stumpfe Höcker. Die gleichzeitig starke Entwicklung des vordern Zackens, so wie des innern Höckers unterscheidet diesen fossilen Lückenzahn von dem der Viverren und anderer Raubthiere.

Nach diesen 3 Backenzähnen (dem obern, und den beiden untern) zu schliessen, möchten wir hier allerdings Ueberreste von Thieren vor uns haben, die zur Familie der Viverren gehören könnten, die aber gleichwohl so manche Eigenthümlichkeiten verrathen, dass sie keiner bestehenden Gattung schicklich zuzuweisen sind. Wahrscheinlich werden vollständigere Ueberreste dieses urweltlichen Fleischfressers seine generische Selbstständigkeit darthun; einstweilen mag er mit dem Namen *Galeotherium* bezeichnet werden.

Die Länge des beschriebenen obern Reisszahns beträgt auf der äussern Seite 9½ Linien, seine Breite an der Vorderseite fast 6 Linien.

Das Fragment vom untern Reisszahn hat noch eine Länge von 7½ Linien; die vordere Hälfte (Schneide von Wiegmann genannt) ist 5½ Linien lang und an den beiden hintern Zacken 3½ breit.

Der Lückenzahn ist 6½ Linien lang und im hintern Theile 3 breit.

Das Fragment des Unterkiefers, welcher jene beiden Zähne enthält, hat eine Höhe von 10 Linien.

Das Thier, dem die beschriebenen drei Zähne angehörten, mochte die Grösse eines Luchses erreicht haben.

Das Bruchstück eines Eckzahns ist an der Wurzel und zumal an der Spitze so beschädigt, dass keine vollkommene Vergleichung möglich ist. Sein Umfang ist schmal oval, hinten eine Schneide bildend; die äussere Fläche der Krone gewölbt, die innere flacher, in ihrer hintern Hälfte gegen die Schneide sogar etwas ausgeschweift. Am Ursprunge des Kronentheils hat dieser Zahn eine Breite von 5 ½ Linien. Ob er demselben Thiere, von dem die Backenzähne herrühren, angehöre, ist natürlich so wenig als vom folgenden Fragmente anzugeben.

Noch ist der untere Kopf eines Oberschenkelbeins mit einem geringen Stück des Körpers vorhanden. Er rührt weder von einem Affen, noch von einem gleich grossen Wiederkäuer her, sondern nähert sich am meisten dem des Hundes, obgleich er noch schmächtiger und mehr von vorn nach hinten gestreckt ist. Vorn ist er 6, hinten 12 Linien breit; seine grösste Erstreckung von vorn nach hinten ist 13 ½ Linien.

3. *Einhufer* (Tab. I. Fig. 7).

Die meisten der vorhandenen Zähne gehören der Gattung des Pferdes an, und zwar der von H. von Meyer zuerst bestimmten Art, Equus primigenius. Weit die Mehrzahl der Backenzähne rührt aus der Oberkinnlade, und nur 3 aus der Unterkinnlade her.

Die obern Backenzähne von Equus primigenius sind bekanntlich durch zwei Merkmale sehr ausgezeichnet und unterscheiden sich dadurch leicht von der andern fossilen Pferdeart, Equus fossilis des H. von Meyer, so wie von allen lebenden Species der Pferdegattung. Diess eine Merkmal besteht darin, dass der kleine Halbmond auf der Innenseite bei E. primigenius in eine geschlossene ovale Schmelzröhre, welche von den andern 4 Halbmonden ganz getrennt ist, sich verwandelt. Das andere Merkmal ist davon hergenommen, dass bei eben dieser fossilen Art die Schmelzfalten an mehreren Stellen zierlicher sind, und häufiger zickzackförmige Windungen machen. Auch kann noch bemerkt werden, dass die Zähne bei ihr mehr quadratisch gestaltet sind.

An unsern fossilen obern Backenzähnen zeigen sich alle die eben genannten Merkmale. Es sind lauter einzelne Zähne, und nur in einem Falle sind erster und zweiter Backenzahn beisammen, deren Maasse ich mit denen vom gewöhnlichen Pferd und Quagga zusammenstelle.

	E. primigenius	E. Caballus	E. Quagga
Länge des ersten Backenzahns	14‴	18‴	15‴
„ „ zweiten „	10½	13½	11½
Breite des ersten „	9½	12	10½
„ „ zweiten „	10½	12½	11½

Ein grösserer vorderster Backenzahn ist 15½ Linien lang, also ungefähr dem des Quaggas gleich, dem sich die meisten an Grösse mehr annähern als dem Mittelschlage unserer Pferde.

An untern Backenzähnen sind nur 3 vorhanden, von denen zwei noch im Kieferfragmente beisammen stecken, und der Reihenfolge nach den vierten und fünften Backenzahn der linken Unterkieferhälfte ausmachen. An Länge stehen sie bedeutend den gleichnamigen des Pferdes nach, und kommen auch nicht denen des Quaggas bei, doch sind sie verhältnissmässig etwas dicker, als die des letztern. Jeder dieser fossilen Zähne ist ungefähr 9 Linien, beim Quagga 10 Linien lang. H. von Meyer giebt die grösste Länge seines fossilen Zahns auf 0,024 Meter = 10½ Linien, und die kleinste auf 0,022 Meter = 9½ Linien an.

Noch sind zwei einzelne Schneidezähne vorhanden, die sich von denen der lebenden Pferde durch geringere Verschiebung der drei innern Seiten der Krone, so wie durch etwas verhältnissmässig grössere Dicke unterscheiden. Eine Grube (Kunde) des innern Schmelzovals ist nicht vorhanden. Der vollständigste von diesen beiden Zähnen hat eine äussere Breite von 8, und eine Dicke von $5\frac{1}{2}$ Linien.

Ein sehr beschädigtes Bruchstück eines Röhrenknochen könnte vielleicht dem obern Theile der Speiche angehört haben.

Bekanntlich hat H. von Meyer den Equus primigenius zuerst unter den fossilen Knochen von Eppelsheim unterschieden, welche Gegend mit ihren Ablagerungen dem tertiären Gebiete zugerechnet wird. Equus fossilis kommt daselbst nicht mit ihnen vor, wohl aber verschiedene Arten von Gulo, Felis, Moschus, Cervus, Rhinoceros, Mastodon, Dinotherium etc. Unter ähnlichen Umgebungen findet sich dieser Equus primigenius im Bohnenerz der rauhen Alb. Diese Lagerungsverhältnisse sind hier zu erwähnen, um später auf die der griechischen fossilen Ueberreste schliessen zu können.

4. *Wiederkäuer* (Tab. I. Fig. 8, 9, 10).

Mancherlei Bruchstücke, besonders von Röhrenknochen und Zähnen, sind vorhanden, welche darthun, dass unter den, am Fusse des Pentelikon vergrabenen urweltlichen Thieren die Wiederkäuer nicht selten vorkommen mögen. Bei der grossen Einförmigkeit, die im Zahn- und Skeletbaue dieser Ordnung herrscht, so wie bei dem höchst verstümmelten Zustande der uns zugekommenen Fragmente ist indess eine sichere Vertheilung derselben unter die bekannten Gattungen zur Zeit nicht möglich.

Von Zähnen haben wir nur drei; zwei sehr beschädigte des Oberkiefers und einen ganz vollständigen des Unterkiefers, welcher letztere Fig. 8 abgebildet ist. Er besteht aus 2 starken Pfeilern, von denen jeder auf der innern Seite einen vorspringenden Winkel bildet; die Halbmond-Paare sind schmal. Zwischen den beiden Pfeilern findet sich weder ein Höckerchen, wie bei manchen Hirschen und der Giraffe, noch eine schmale Leiste, wie beim Rinde, oder eine auf der Vorderseite des Zahns liegende Leiste, wie beim Lama. Mit den übrigen Gattungen der Wiederkäuer weiter verglichen, habe ich gleichwohl mit keiner eine vollkommene Uebereinstimmung finden können.

Auf der äussern Seite ragt dieser untere Backenzahn 7 und auf der innern 6 Linien über den Kieferrand bis zur Spitze des entsprechenden Halbmondes empor; seine äussere Breite ist 10 Linien. Das Kieferfragment, in welchem dieser Zahn steckt, hat aussen eine Höhe von 1 Zoll.

Unter den Knochenbruchstücken erwähne ich des Fragmentes vom untern Ende eines Mittelfusses (Fig. 9), das der Grösse nach mit dem eines Rehes sich vergleichen lässt. Aus einer kleinen Knochenbreccie habe ich auch von zwei Zehen das letzte und vorletzte Glied (Fig. 10), welche beide im Zusammenhange aneinander lagen, herausgearbeitet. Diese beiden Zehen kommen in Form und Grösse ziemlich überein. Das vorletzte Glied ist, wie gewöhnlich, auf seiner innern Seite schief ausgeschweift; das Hufglied ist schmal dreiseitig und fast gerade.

Die Breite des untern Kopfs vom Mittelfussknochen beträgt 10 Linien. Das vorletzte Zehenglied hat eine Länge von 9, und das letzte eine Länge von 11 Linien.

5. *Geognostisches Alter der Lagerungsstätte.*

Dass die eben beschriebenen Fragmente nicht aus der gegenwärtigen, sondern aus einer frühern Erdperiode herstammen, geht schon aus der zoologischen Beschreibung derselben hervor, indem diese, wenigstens an den Affen, Fleischfressern und Einhufern, lauter ausgestorbene Arten erkannt hat. Auch kleben diese Knochen stark an der Zunge, sind aber keineswegs petrificirt, sondern in einem Zustande, wie die unserer fossilen Höhlenthiere. Ihre Höhlungen sind mit einer verhärteten rothen, eisenschüssigen, sandigen Lettenmasse ausgefüllt, welche manchmal auch breccienartig Knochenfragmente einhüllt. In den Höhlungen der Röhrenknochen haben sich mitunter höchst feine Thoneisenkörner ausgeschieden, häufig auch Drusen von kleinen Bergkrystallen an den Wandungen angelegt. Die Lagerstätte ist, nach Angabe des Ueberbringers, der Fuss des Pentelikon, wo diese Ueberreste in einem, von der Küste aus eine Stunde entfernten Thale aus lehmigem Erdreiche, in welchem sie fest eingebacken sind, ausgegraben werden. Ganze Ladungen derselben sollen nach Athen abgeliefert worden seyn, und es ist im Interesse der Wissenschaft zu wünschen, dass dorten ein Sachkundiger recht bald an ihre Bestimmung sich machen möchte. Das geognostische Alter jener Ablagerung betreffend, so scheint das Vorkommen von Equus primigenius sie in das tertiäre Gebiet zu verweisen, wenigstens zählt man dahin das Gebilde von Eppelsheim.

Erklärung der Abbildungen auf Tab. I.

Fig. 1. Ansicht des fossilen Affenschädel-Fragments von der Gaumenfläche.

Fig. 2. Desselben von der Seite, und

Fig. 3. von vorn.

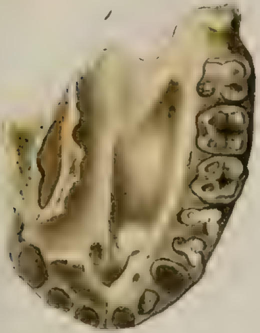
Fig. 4 und 5. Backenzähne vom Galeotherium.

Fig. 6. Unterer Schenkelkopf, wahrscheinlich von einem Raubthier.

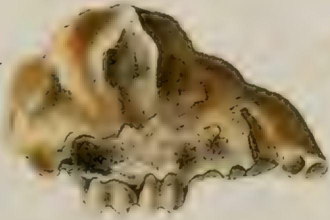
Fig. 7. Oberer Backenzahn des Equus primigenius.

Fig. 8. Unterer Backenzahn }
Fig. 9. Unteres Ende eines Mittelfusses } von Wiederkäuern.
Fig. 10. Zehenglieder }

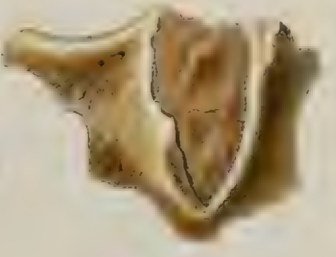
1.



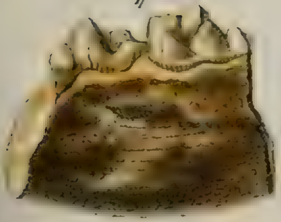
2.



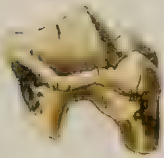
3.



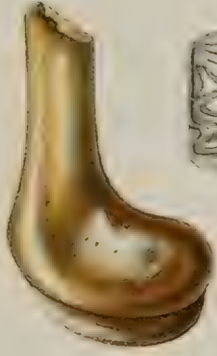
4.



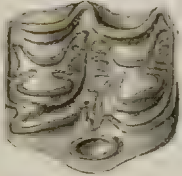
5.



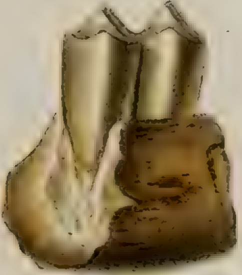
6.



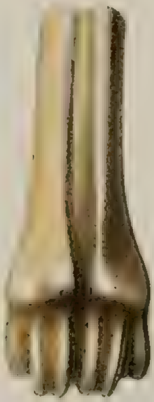
7.



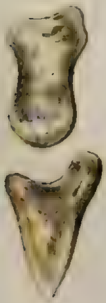
8.



9.



10.



Reliquiae antediluvianae Graecae.

IV.

Beschreibung einiger neuer Nager,

welche
auf der Reise des Herrn Hofraths v. Schubert gesammelt wurden,

mit Bezugnahme auf einige andere verwandte Formen.

Vom

Prof. Dr. Andreas Wagner in München.

Beschreibung
einiger neuer Nager,
welche auf der Reise des Herrn Hofraths von Schubert gesammelt wurden, mit Bezugnahme auf einige andere verwandte Formen.

Vom

Prof. Dr. Andreas Wagner in München.

Die in den Jahren 1836 und 1837 unternommene Reise unsers verehrten Collegen, des Herrn Hofraths von Schubert, nach Egypten und Palästina hat den hiesigen k. zoologischen und botanischen Sammlungen ansehnliche Bereicherungen gebracht. Der Verfasser dieser Abhandlung hat, in Verbindung mit seinem hochgeschätzten Collegen, Herrn Prof. Dr. Zuccarini, bereits in der Sitzung der mathematisch-physicalischen Classe vom 10. November 1838 hierüber einen kurzen Bericht *) erstattet und damals zugleich die Beschreibung der neuen Arten Säugthiere und Vögel, von denen er einige einstweilen durch kurze Diagnosen bezeichnete, versprochen. Indem ich dieser Zusage im Folgenden durch Beschreibung der Nager nachzukommen beginne, erlaube ich mir zugleich gelegentliche Rücksicht auf verwandte neue Thierformen zu nehmen, die uns aus anderer Quelle zugekommen sind.

---

*) Vgl. Münchner gel. Anzeig. 1839 S. 297. VOL. VIII

I. Schläfer.

1. *Eliomys (Myoxus) melanurus* (Tab. III. Fig. 1).

In der vorhin erwähnten Classensitzung am 10. November 1838 hatte ich bereits einen neuen, von der Reise des Herrn Hofraths von Schubert herrührenden, Nager unter dem Namen Myoxus melanurus angekündigt und seine specifischen Merkmale bemerklich gemacht. Eine weitere Untersuchung hat jedoch ergeben, dass dieser Nager nicht blos eine neue Art, sondern auch eine neue Gattung oder wenigstens Untergattung anzeige, die zwar durch mehrere Charactere mit den Siebenschläfern nahe verwandt, gleichwohl aber durch andere sehr bestimmt von ihnen unterschieden ist. Da zur Fixirung von Gattungen Schädel- und Zahnbeschaffenheit den sichersten Anhaltspunct gewährt, so mache ich mit der Erörterung derselben den Anfang.

a) Gebiss.

Die Zahnformel für diesen neuen Nager, dem ich den Namen ***Eliomys melanurus*, *Löffelbilch***, beilege, lautet: Schneidezähne $\frac{2}{2}$, Backenzähne $\frac{4.4}{4.4}$, im Ganzen 20 Zähne.

Die obern *Schneidezähne* sind aussen glatt, seitlich stark zusammengedrückt, innen schief zugeschärft. Die untern sind länger schmächtiger, zugespitzt, und um es kurz zu sagen, sie kommen, wie die obern, mit denen der Siebenschläfer überein.

Die *obern Backenzähne* (Tab. II. Fig. 3) nehmen einen sehr kurzen Raum ein, sind an und für sich klein, von vorn nach hinten stark zusammengedrückt, schmal vierseitig, so dass ihr Durchmesser von aussen nach innen merklich grösser ist. Der erste und letzte sind etwas kleiner als die beiden mittlern. Jeder von diesen Zähnen ist der Quere nach (d. h. von aussen nach innen) durch eine Furche in eine vordere und hintere Hälfte abgetheilt, welche auf der weniger abgenutzten Aussenseite als zwei Zacken sich kund geben. Durch die Abnützung bildet jede Hälfte abermals eine schmale, von Schmelz umgebene Querfurche, so dass demnach der ganze Zahn drei parallele Querfurchen zeigt, die von Schmelzleisten also umlegt sind, dass diese immer die Furchen durch eben so viele (d. h. drei) Halbbogen begrenzen.

Von den *untern Backenzähnen* (Tab. II. Fig. 4) ist der vordere dreiseitig und auf der Krone dreizackig, der hintere etwas kleiner als die beiden mittlern und gleich diesen von folgender Beschaffenheit. Jeder dieser Zähne ist durch zwei schmale Querfurchen in drei parallel laufende, etwas gekrümmte, mit Schmelz umlegte Plättchen getheilt, die auf der Aussenseite als eben so viele kleine Zacken vorspringen. Durch Abreiben wird die vom Schmelz umzogene sehr schmale Knochensubstanz jedes Plättchens blos gelegt, und an einem sehr stark abgenützten Zahne fliessen die beiden vordern Plättchen auf ihrer Aussenhälfte bogenförmig ineinander, wie denn überhaupt die Abführung bei den Zähnen kleine Veränderungen in den Figuren hervorbringt.

Dieses Gebiss ist nun entschieden abweichend von dem des Siebenschläfers (Myoxus Glis), dagegen völlig identisch mit dem der Gartenmaus (Myoxus Nitela). Ich habe hier gleich vor Allem den grossen Irrthum, in welchem man bisher grossentheils befangen war, zu berichtigen, als ob unsere drei inländischen Schläferarten (Myoxus Glis, Nitela und muscardinus) im Gebiss mit einander übereinkämen. Diess ist im Gegentheil so wenig der Fall, dass jede dieser drei Arten von den andern durch die Gestalt der Zähne, wie durch die Figuren der Schmelzfalten auffallend abweicht. Es ist desshalb, ehe wir an weitere Vergleichung mit unserm Löffelbilch gehen, nöthig, zuerst die Differenzen zwischen den genannten Schläfern hervorzuheben.

Bei dem *gemeinen Siebenschläfer* (Myoxus Glis) *) zeigt jeder *obere Backenzahn* (mit Ausnahme des vorderen kleinen) vier etwas gebogene und den ganzen Zahn durchsetzende Schmelzfalten, von denen die beiden vordern, so wie auch die beiden hintern an ihren Enden zusammenstossen, und also zwei Paar Falten bilden. Diese beiden Paare berühren sich gegenseitig mit ihren innern Spitzen, weichen aber mit ihren äussern auseinander. In diesen Zwischenraum schiebt sich nun abermals eine Querleiste hinein, die aber nur ungefähr bis in die Mitte des Zahns hineinreicht, wodurch das Y, wie es Fr. Cuvier deutet, gebildet wird. Eine ähnliche, aber kürzere Leiste liegt ausserdem noch in der äussern Hälfte eines jeden Schmelzfalten-Paares. Demnach haben wir also an einem solchen Zahne 4 gebogene ganze, und überdiess 3 halbe Schmelzfalten, welche letztere nur auf der äussern Zahnhälfte sichtlich sind.

---

*) Vgl. die Beschreibung und Abbildung des Gebisses von M. Glis in *Fr. Cuvier* dents des mammif. p. 164 tab. 58. Eine Vergleichung mit der Garten- und Haselmaus ist hier aber nicht vorgenommen. Ausserdem hat Fr. Cuvier noch in den nouv. ann. du mus. I. tab. 16 fig. 2 das Gebiss von M. Glis dargestellt.

Anders ist es mit den *obern Backenzähnen der Haselmaus* (Myoxus muscardinus) *), wo gleich die Gestalt eine andere ist. Beim Siebenschläfer sind sie gerundeter und eher etwas breiter als lang, der zweite höchstens quadratisch; bei der Haselmaus dagegen sind sie mehr geradlinig, der zweite und dritte länger als breit, und zwar der zweite um ein ansehnliches länger, so dass er bei dem kleinen Thierchen nicht blos relativ, sondern absolut länger ist als bei dem fast doppelt so grossen Siebenschläfer. Ausserdem haben die Kauflächen andere Figuren. Der zweite Zahn der Haselmaus hat fünf, die ganze Quere durchsetzende, etwas gebogene und starke Schmelzleisten. Der dritte viel kleinere Zahn hat ausser den beiden Rändern noch fünf ganze, höchst feine, und der letzte, zugleich der kleinste Zahn, 4 — 5 ebenfalls solcher zierlicher Schmelzfalten, die meist an den Enden zusammenstossen.

Die *untern Backenzähne* des *Siebenschläfers* sind im Wesentlichen wie die obern beschaffen: 4 ganze Schmelzleisten mit dazwischen liegenden 3 halben, welche der Innenseite angehören. Die Conturen dieser Zähne sind dieselben wie die der obern.

Die *untern Backenzähne* der *Haselmaus* weichen von den eben beschriebenen schon gleich durch ihre grössere Länge ab, was namentlich wieder für den zweiten gilt. Man kann an ihnen 6 ganze Querleisten zählen. Auch ist noch hervorzuheben, dass während bei den Zähnen des Siebenschläfers (obere wie untere) die Kauflächen durch die vorspringenden Leisten sich rauh zeigen, bei der Haselmaus diese Flächen sich bald glatt abschleifen und dadurch das zierliche Ansehen vermehren.

---

*) Eine Abbildung der Zähne der Haselmaus, ohne weitere Beschreibung, hat *Fr. Cuvier* (nouv. ann. du mus. d'hist. nat. I. tab. 16 fig. 3) und *Waterhouse* (im Magaz. of nat. hist. 1839 p. 185) gegeben.

Höchst verschieden von dem Gebisse des Siebenschläfers und der Haselmaus ist das der *Gartenmaus* (Myoxus Nitela), das, wie erwähnt, ganz mit dem des Löffelbilchs übereinkommt und daher keine weitere Beschreibung erfordert.

Nachdem wir jetzt mit dem Gebisse des Siebenschläfers und der Haselmaus vertraut sind, können wir das unsers Löffelbilchs hiemit vergleichen. Es ergeben sich alsdann folgende Differenzen: 1) Die Zusammensetzung der Backenzähne ist bei dem Löffelbilch ungleich einfacher, einigermassen dadurch an die der Eichhörnchen erinnernd; 2) die Backenzähne wetzen sich bei ihm nicht flach, sondern höhlen sich von innen nach aussen, so dass dadurch ihre Seitenränder grössere Zacken darbieten; 3) die Zähne sind bedeutend schmäler als bei dem Siebenschläfer und noch mehr als bei der Haselmaus, weshalb 4) die ganze Zahnreihe jeder Seite beim Löffelbilch viel kürzer ist, so dass diese an absoluter Länge der kleinen Haselmaus nicht zuvor kommt. Zum Beweis mögen folgende Maassabnahmen dienen.

	Eliomys	M. Glis	M. muscard.
Schädellänge . . .	15'''	15½'''	10½'''
Länge der obern Backenzahnreihe	2½	4	2⅓
— der untern „	2⅓	3½	2⅓
— des 2. obern Backenzahnes	⅔	⅘	1

b) Schädel.

Dem Bau des Schädels (Tab. II. Fig. 1, 2) nach kommt der Löffelbilch völlig mit der Gartenmaus, so wie überhaupt im Allgemeinen mit den Schläfern überein *) und nächst dem Gebisse gibt

---

*) Vgl. hiemit *Fr. Cuvier's* Abbildungen der Schädel von Myoxus Glis, M. muscardinus und Graphiurus capensis (a. a. O.).

er das wichtigste Merkmal ab, wodurch letztere von den Eichhörnchen sich am bestimmtesten unterscheiden. Bei diesen läuft der Schädel von hinten nach vorn allmählig schmäler zu; bei den Schläfern (mit Einschluss des Löffelbilchs) setzt er schon am hintern Anfang der Augenhöhlen stark ab und bildet eine schmale Schnautze. Die Stirnbeine sind bei diesen schmal und nicht besonders lang, bilden auch über den Augenhöhlen keinen Vorsprung, sondern sind gerade hier am meisten eingezogen. Ganz das Gegentheil hievon zeigen die Eichhörnchen, wo die Stirnbeine enorm breit, selbst noch an ihrem vordern Ende sind, so dass sie beiderseits ein Dach über den Augenhöhlen, mit rückwärts gewendetem Orbitalstachel bilden. Ihr Schnautzentheil ist kurz und breit; bei den Schläfern und Löffelbilchen lang und schmal.

Bei diesen ist ferner das Zwischenscheitelbein so sehr in die Quere gestreckt, dass es mit seiner Spitze noch das Schläfenbein berührt; bei den Eichhörnchen, wo es in dieser Richtung minder entwickelt ist, greift es nicht über die Scheitelbeine hinaus. Die Pauke ist weit kleiner, namentlich im Vergleich zu dem Löffelbilch und der Gartenmaus. Sehr characteristisch ist noch das untere Augenhöhlenloch, das bei den sämmtlichen Schläfern an das der Ratten erinnert, obgleich deren unterer buchtenförmiger Fortsatz hier nur als eine schwache Einsenkung angedeutet ist; bei den Eichhörnchen bildet das untere Augenhöhlenloch blos eine schmale Spalte.

Der Unterkiefer hat im Ganzen bei den genannten Thieren die nämlichen Formen, doch ist bei den Schläfern Gelenk- und Kronenfortsatz länger, daher auch die Ausbuchtung zwischen ihnen tiefer.

Löffelbilch und Schläfer kommen, wie erwähnt, im Schädelbau mit einander überein, doch ist die Pauke bei ersterem und der Gartenmaus grösser als bei den Haselmäusen. Sie ist beim Löffelbilch von einer enormen Grösse, nicht blos nach unten weit aufgeblasen, so dass sie von der der andern Seite nicht mehr als ⅔ Linien entfernt ist, sondern auch nach hinten hoch aufgetrieben, zugleich unregelmässig radienartig von einzelnen Furchen durchzogen. Der Unterkiefer ist, wegen der kürzern Zahnreihe, kürzer als beim gemeinen Siebenschläfer und über dem Winkel von einem Loch durchbohrt, was auch bei der Garten- und Haselmaus, nicht aber beim Siebenschläfer und Graphiurus, vorkommt.

c) Aeussere Gestalt.

In der äusseren Gestalt lässt der Löffelbilch seine Aehnlichkeit mit den Siebenschläfern nicht verkennen, doch ist die Schnautze spitziger, auch scheint der Leib, so weit man nach ausgestopften Bälgen urtheilen kann, etwas dicker. Das auffallendste Merkmal sind aber seine ungemein grossen Ohren, die ein langes und breites Oval bilden, und an die der Galagos erinnern. Innerlich sind sie nackt, nur an den Rändern fein behaart, auf der Aussenseite sind sie etwas dichter mit kurzen feinen Härchen besetzt. Die Bartschnurren sind beträchtlich lang; ein Paar kürzere stehen über den Augen. Die Beine sind kürzer und schwächer als bei den Siebenschläfern. An den vordern ist der Daumenstummel kaum merklich; die Zehen kurz, an relativer Länge wenig verschieden, die Krallen schwach, gekrümmt und spitzig. An den Hinterzehen sind sie etwas länger, die Daumenzehe mit ihrer Kralle ist deutlich.

Der Schwanz ist von mässiger Länge, allenthalben dicht behaart, mit längeren Haaren gegen das Ende, die sich hier vorzüglich nach den beiden Seiten ausbreiten. An dem einen unserer beiden Exemplare ist er kürzer und bildet am Ende einen dicken

Pinsel, doch halte ich diese für eine abnorme, jene zuerst angeführte für die normale Form des Schwanzes.

Der Pelz ist sehr weich, langhaarig und ungemein dicht, selbst auf dem Unterleibe, nur die Füsse sind mit ganz kurzen Härchen bedeckt.

d) Färbung.

Die Haare des ganzen Leibes sind in ihrer untern Hälfte schieferschwarz; auf der Rückenseite sind sie in ihrer obern Hälfte zuerst weiss mit langen hellbräunlichen Spitzen, woraus im Ganzen eine licht-nussbraune Farbe der Oberseite des Körpers hervorgeht, während die untere Hälfte desselben von der Oberlippe und den Wangen an weiss ist, indem die äussere Hälfte der Haare diese Färbung hat. Die Füsse haben einen lichtbräunlichen Anflug. Die Schnurren sind schwarz, meist mit langen weissen Spitzen. Die Ohren sind durchscheinend, lichtbräunlich und mögen im Leben noch heller gewesen seyn. Wie bei der Eichelmaus läuft von den Schnurren an ein schwarzer Strich rückwärts, der jederseits das Auge umfasst, dann schmäler werdend gegen den untern Ohrenrand sich zieht, wo er sich abermals ausbreitet und hierauf hinter dem Ohre endet. Der Schwanz ist anfangs eine kurze Strecke weit bräunlichweiss, dann aber der ganzen übrigen Länge nach tief schwarz. An dem Individuum mit verkürztem dickem Schwanzende haben viele Haare desselben weisse Spitzen, auch sind einzelne ganz grau.

e) Maasse.

Zuerst die Maasse des knöchernen Schädels:

Länge des Schädels . . . . . . 0″ 3‴

Breite zwischen den Schläfenbeinen . . .	0″	8‴
„ „ „ Jochbögen	0	9
„ geringste der Stirnbeine	0	2
„ des Zwischenscheitelbeins	0	4½
Länge des Unterkiefers vom Winkel bis zum Ursprung der Schneidezähne	0	5½
Länge von da bis zum Gelenkfortsatze . .	0	7½

Hierauf die Maasse des ausgestopften Thieres:

Länge, gerade, von der Schnautze bis zur Schwanzwurzel	4″	6‴
„ des Schwanzes mit den Haaren *) .	3	4
„ des Ohrs . , ...	0	10½
Breite desselben	0	7
Länge der längsten Schnurren	2	5
„ vom Haken bis zur Krallenspitze . .	0	10½

f) Wohnort.

Beide Exemplare, die Herr Hofrath von Schubert mitbrachte, wurden von Beduinen in der Umgegend des Sinai aus Erdhöhlen ausgegraben.

g) Systematische Stellung.

Der Löffelbilch und die Gartenmaus müssen ihres äussern Habitus und der Schädelbildung wegen zwar mit dem Siebenschläfer und der Haselmaus in nächster Verbindung bleiben, gleichwohl des abweichenden Gebisses wegen in einer besondern Gruppe aufge-

---

*) Am Exemplare mit verstümmeltem Schwanze ist dieser nur 2″ 8‴.

führt werden. Um indess die Anzahl der Gattungen nicht allzusehr zu vermehren — sie sind bei den Nagern ohnediess über Gebühr angehäuft — wollen wir dieser Gruppe nur den Werth einer Untergattung zugestehen, die von den andern Schläfern durch die Beschaffenheit der Backenzähne und durch den rundlich behaarten, am Ende zweizeilig pinselförmigen Schwanz sich unterscheidet. Wir haben ihr den Namen Eliomys beigelegt und wollen die neue Art nach der Schwanzfarbe als Eliomys melanurus bezeichnen. Ihre Diagnose lautet:

> E. supra cano-fuscus, infra albus, auriculis amplissimis, cauda nigra basi sordide cana.

Die alte Gattung Myoxus zerfällt jetzt in folgende 4 Untergattungen *):

1. *Graphiurus* hat die kürzeste Reihe von Backenzähnen, welche auch am einfachsten zu seyn scheinen. Hieher G. capensis.

2. *Eliomys*, am nächsten der vorigen Untergattung verwandt, doch ist die Zahnreihe schon merklich länger; die Zähne sehr einfach. Hieher E. melanurus und E. (Myoxus) Nitela.

3. *Myoxus*. Sehr verschieden von den beiden vorigen Untergattungen durch Grösse, wie durch zusammengesetztere Beschaffenheit der Backenzähne. Hieher M. Glis.

4. *Muscardinus*. Schliesst sich am nächsten an vorige Untergattung an und hat die längste Zahnreihe mit der zierlichsten und regelmässigsten Zeichnung der Kronen. Hieher M. avellanarius.

---

*) Die Schädel von Myoxus Dryas und Coupeii sind mir nicht bekannt, daher ich diese Arten hier nicht einordnen kann,

2. *Myoxus Dryas* Schreb.

Indem ich von den Schläfern spreche, sey es gestattet, über eine andere Art, den Eichschläfer, Myoxus Dryas, einige Bemerkungen beizubringen, obgleich selbiges Thier auf der Reise unsers geehrten Herrn Collegen nicht beobachtet, sondern der Sammlung durch Herrn Hofacker aus Grusien zugesandt worden ist.

Schreber hat bekanntlich diese Art zuerst publicirt nach einem Felle, das er von der untern Wolga und nach einer Abbildung, die er von Pallas erhielt. Seine Beschreibung ist ausführlich und genau, und seine Abbildung ist recht gut gelungen. Man sollte demnach meinen, dass diese Art hinlänglich bekannt und fixirt sey, gleichwohl ist diess nicht der Fall. So z. B. meint Cuvier *), dass der Eichschläfer vom gemeinen Siebenschläfer nicht verschieden sey; Andere, wie Fr. Cuvier **), halten ihn mit dem Gartenschläfer für identisch. Am auffallendsten ist es aber, dass Pallas***) in seinem Verzeichnisse den Myoxus Dryas nicht nennt, sondern nur M. Glis und M. Nitela (unter dem Namen M. Nitedulae) aufführt, während doch der Eichschläfer schon von Schreber als ein südrussisches Thier bezeichnet und ihm, wie uns, wirklich aus dem südlichen Russland zugekommen ist.

Dieses befremdliche Stillschweigen von Pallas lässt sich aber leicht lösen, sobald man nur seine Beschreibung von M. Nitedulae in reifliche Erwägung zieht. Er sagt von dieser Art: „Color supra cinereo-lutescens, subtus albo-flavicans; limites utriusque coloris intensius flavicantes. Frons canescens. Fascia nigra utrinque a mystacibus ad aures continuata. Pedes albi. Cauda longitudine animalis, disticha, latitudine transversi digiti, flavicanti-cana. Vellus totum mollissimum, lanugo fusca. Longitudo 3″ 7‴, eademque caudae.“ Diese Beschreibung aber passt vollkommen auf M. Dryas, nicht auf M. Nitela, und es ist demnach klar, dass Pallas, obgleich er als Synonyme von seinem M. Nitedulae den M. Nitela von Schreber, den Mus quercinus *Linn.*, den Lerot von Buffon etc., also den ächten Gartenschläfer citirt, dennoch diesen gar nicht gekannt, sondern mit ihm den Myoxus Dryas verwechselt hat. Sein Myoxus Nitedulae ist demnach weiter nichts als Schreber's M. Dryas, und die von Pallas bei jenem angeführten Synonyme sind zu streichen und dem ächten M. Nitela von Schreber zuzuweisen.

---

*) Le Règn. anim. 2. éd. I. p. 198.

**) Mammif. vol. II. Fr. Cuvier hatte, wie man aus seinen Angaben abnehmen kann, keinen Eichschläfer, sondern nur einen gewöhnlichen Gartenschläfer, dessen Schwanz verstümmelt war, vor sich.

***) Zoograph. Rosso-Asiatic. I. p. 179.

Obschon Schreber mit grosser Genauigkeit den M. Dryas beschrieben hat und man demnach aus seiner Beschreibung allerdings Merkmale zur Unterscheidung desselben von M. Nitela hätte entnehmen können, so hält es doch immer schwer, wenn man nicht die Objecte zur eigenen Anschauung vor sich hat, die wesentlichen Charaktere aus den Beschreibungen sich selbst auszusuchen. Auch hat Schreber einige Merkmale übergangen, in welcher die Differenz zwischen beiden Arten sehr deutlich ausgesprochen ist; daher will ich im Folgenden kürzlich Eich- und Gartenschläfer mit einander vergleichen und ihre specifischen Unterschiede nachweisen. Für ersteren steht mir nicht blos ein schönes Exemplar der hiesigen Sammlung, welches, wie erwähnt, uns direct aus Grusien zugesendet wurde, zu Gebot, sondern ich habe auch Schreber's Original-Exemplar, das noch in dem zoologischen Museum der Universität Erlangen aufbewahrt wird, benützen können. Die Differenzen sind folgende:

1) Der Gartenschläfer (M. Nitela) wird etwas grösser als der Eichschläfer (M. Dryas). Während jener eine Körperlänge von 4½″ erreichen kann, gibt Pallas den Eichschläfer zu 3″ 7‴, Schreber zu 4″ an, und unser Exemplar misst in gerader Linie vom Kopf bis zur Schwanzwurzel 3″ 10‴.

2) Eine Hauptdifferenz besteht in der Form und Grösse der Ohren. Bei dem Eichschläfer sind sie kurz und halbkreisförmig-oval; bei dem Gartenschläfer lang und gestreckt, so dass sie über den Kopf nochmal so hoch als beim vorigen hervorragen. Während sie bei unserm Eichschläfer nur 5½‴ lang sind, messen sie bei einem gleich grossen Gartenschläfer 8‴ und werden bei grössern Exemplaren 9‴; an Breite dagegen kommen sie sich bei beiden Arten fast gleich.

3) Die Hinterfüsse sind beim Eichschläfer etwas kürzer als bei diesem. Bei jenem sind sie vom Haken bis zur Krallenspitze 9½‴, bei diesem 12‴ lang.

4) Der Schwanz des Eichschläfers ist gleich dem des gemeinen Siebenschläfers durchgängig zweizeilig lang behaart; cauda disticha, latitudine transversi digiti, wie Pallas richtig sagt. Der Schwanz des Gartenschläfers dagegen ist dem grössten Theil seiner Länge nach nur ganz kurz und ringsum behaart, also dünne, erst gegen die Spitze nehmen die Haare an den Seiten eine etwas grössere Länge an und bilden dadurch eine Art Quaste.

5) Die Färbung des Körpers fällt beim Eichschläfer mehr ins Rothe *); sehr bezeichnend sind die „limites utriusque coloris (des

---

*) Der Gartenschläfer kommt zuweilen, und nicht blos in jungen Individuen, in der silbergrauen Färbung des gemeinen Siebenschläfers vor, wo nur Stirne und Oberseite der Schnautze in's schmutzig Fahle spielen. Ein

Rückens und Unterleibs) intensius flavicantes." Der Schwanz ist bei ihm auf der obern Seite schwärzlich gelbbraun, unten etwas lichter, während er bei dem Gartenschläfer auf der ganzen Unterseite und an der Schnautzenspitze, oben wie unten, schön weiss ist.

6) Das schwarze Band, welches von dem Ursprung der Bartborsten entspringt und durch die Augen zieht, schneidet beim Eichschläfer an dem vordern Ohrrand ab; bei dem Gartenschläfer dagegen zieht es sich unter dem Ohre noch weiter fort und endet erst hinter diesem.

Diese äusserlichen Merkmale, bei welchen ich aus Mangel an Schädeln stehen bleiben muss, werden genügen, um von nun an die beiden Arten leicht auseinander zu halten. Ihre Diagnosen kann man also fassen:

1. *Myoxus Dryas* Schreb.

M. cinereo-fulvus, subtus albus, auriculis brevibus rotundatis, taenia nigra per oculos usque ad marginem auriculae anteriorem ducta, cauda disticha lata.

2. *Myoxus Nitela* Schreb.

M. rufo-bruneus aut cinereus, subtus albus, auriculis elongatis oblongis, taenia nigra per oculum usque ultra marginem auriculae posteriorem ducta, cauda tenui, apice tantum longius et subdistiche floccosa.

---

solches Exemplar hat die Sammlung aus der Schweiz erhalten. Zu einer specifischen Sonderung dieser grauen von den rothbraunen Individuen kann ich mich nicht verstehen.

Der Eichschläfer gehört, wie uns Pallas belehrt, den Gegenden der mittlern Wolga, den Inseln derselben gegen Astrachan, dem Kaukasus und ganz besonders Georgien an, wo er unsere Gartenschläfer ersetzt. Ein im Wiener Museum aufgestelltes Exemplar wurde 1810 im Jagdwalde bei Temeswar todt gefunden, was ich hier erwähne, da bisher dieser Fundort unbekannt war. Südungarn wird wohl die Westgrenze der Verbreitung dieser Art ausmachen.

II. Stachelmäuse.

Dass es in Egypten Mäuse mit Stacheln gebe, hat schon Aristoteles *) gewusst. Gleichwohl haben wir die Art, welche hierunter verstanden seyn mag, Mus cahirinus, erst in neuerer Zeit durch Geoffroy **), Lichtenstein ***) und Cretzschmar ****) genau kennen gelernt. Aus dem benachbarten Arabien machte uns der zuletzt genannte Naturforscher, nach den von Rüppell eingesandten Exemplaren, überdiess mit einer zweiten Art, Mus dimidiatus, bekannt †). Bald darauf beschrieb Brants ††), nach einem von Ehrenberg aus Arabien eingeschickten Balge, dem aber der Schwanz fehlte, seinen Mus hispidus, den indess Fischer †††) mit Mus dimidiatus für identisch erklärte, was jedoch Lichtenstein ††††), der den Namen hispidus in megalotis umwandelte, bestritt. Wir werden gleich nachher zeigen, dass hinsichtlich des letztern Punctes Fischer das Richtige errathen hatte. Diesen zwei Arten egyptisch-arabischer Stachelmäuse können wir eine dritte beifügen, welche wir der Reise des Herrn Hofraths von Schubert verdanken; ich habe ihr den Namen Mus russatus beigelegt. Um sie von den beiden andern Arten gehörig zu unterscheiden, und um die Verwirrung hinsichtlich des Mus dimidiatus und megalotis zu heben, mögen einige Worte über diese bereits beschriebenen Stachelmäuse vorausgehen.

---

*) Hist. animal. lib. VI. cap. 37.

**) Descript. de l'Egypte. Quadrup. tab. 5 fig. 4.

***) Darstell. neuer Säugth. tab. 37 fig. 1.

****) Atlas zu Rüppells Reise S. 38 tab. 13 fig. b.

†) Ebend. S. 37 tab. 13 fig. a.

††) Muiz. p. 154.

†††) Synops. mammal. p. 327.

††††) A. a. O.

1. *Mus cahirinus* Geoffr.

Mus bruneo-griseus, subtus albidus, dorso aculeato, auriculis majusculis, rotundatis, subnudis, plantis albidis.

Die kahirische Stachelmaus hat die Grösse unserer Hausmaus, doch ist sie dicker und ihre Ohren und Bartschnurren sind länger. Besonders ausgezeichnet ist sie dadurch, dass von der Mitte des Rückens an die Haare sich allmählig in platte, oben der ganzen Länge nach gefurchte Stacheln verwandeln. Die Farbe des Rückens ist braungrau, der Bauchseite weissgrau; die Stacheln werden im Alter greis. Die Länge von der Schnautze bis zur Schwanzwurzel beträgt 4″ 3‴, des Schwanzes 4″, der Ohren 7‴, ihre Breite in der Mitte fast eben so viel.

Diese Art gehört Unter-Egypten an, wo sie ziemlich häufig vorkommt.

2. *Mus dimidiatus* Cretzschm. *und Mus megalotis* Licht.

M. flavus, infra albus, auriculis magnis, subnudis, rostro valde elongato, tergo aculeis applanatis, rigidis vestito, plantis albidis.

Es ist schon vorhin erwähnt worden, dass Lichtenstein seinen Mus megalotis (Mus hispidus von Brants) für specifisch verschieden von Mus dimidiatus, wie ihn Cretszchmar beschrieben und abgebildet hat, ansieht, ja er betrachtet die vom Frankfurter Zoologen beschriebene Stachelmaus als eine blosse Varietät von M. cahirinus. Dass diese letztere Meinung nicht haltbar ist, davon hat mich die unmittelbare Vergleichung der im Frankfurter Museum aufgestellten Stachelmäuse überzeugt. Ich habe dort weiter ersehen, dass drei, durch Herrn Hofrath von Schubert vom Sinai mitgebrachte Exemplare vollkommen identisch mit denen von M. dimidiatus sind, und da auf diese alle Lichtensteins Beschreibung von Mus megalotis passt, so folgt hieraus, dass M. dimidiatus und megalotis blosse Nominalarten sind, die in eine zusammenschmelzen müssen. Die Differenzen zwischen beiden sind nur scheinbar, indem an Cretszchmar's Figur der Leib etwas zu dick und die Ohren zu kurz gezeichnet sind, dagegen dürfte das Colorit in der Lichtensteinschen Abbildung lebhafter seyn. Auch ist der Schwanz, der nach der Idee gezeichnet werden musste, zu dünn ausgefallen. Als älterer Name ist der von den Frankfurter Zoologen gegebene beizubehalten. Um jeder Verwechslung mit der vorigen und folgenden Art vorzubeugen, gebe ich die genaue Beschreibung von Mus dimidiatus nach unsern Exemplaren.

Die *Grösse* und *Gestalt* ist ungefähr die unserer Hausmaus, aber die Schnautze ist gestreckter und die Ohren sind grösser; letztere sind länger als breit, fast ganz nackt, nur aussen und am Innenrande mit kurzen, weissen, kaum sichtlichen Härchen angeflogen. Die Schnurren sind ausserordentlich lang, der Schwanz so lang als der Körper, ziemlich dick, mit schmalen Schuppenringen, unter denen kurze weisse Härchen hervorkommen; die Füsse sind bis zu den Krallen behaart. Die ganze Behaarung ist reichlich, lang und weich, mit Ausnahme des Hinterrückens, wo zwar die Haare noch länger werden, zugleich aber in plattgedrückte, auf der Oberseite ausgehöhlte, scharf zugespitzte und ziemlich steife Borstenstacheln sich umwandeln.

Die herrschende *Farbe* des ganzen Oberkörpers bis über die Mitte der Seiten herab ist ein röthliches Fahlgelb, das auf der Stirne und den Stacheln mit einem schieferfarbigen Dufte überflogen ist. Die Stacheln nämlich sind graulich weiss, und nur gegen ihr Ende setzt sich ein schmaler gelblicher, bisweilen schwarz zugespitzter Ring an, welcher keineswegs die graue Farbe verdecken kann; einzelne Stacheln haben statt gelber Enden lichtgrauliche, und auf dem Kopfe einzelne der weichen Haare dunklere Spitzen. Die ganze untere Seite des Körpers, nebst den Beinen und einem Streif um die hintere Ohrwurzel herum, ist rein weiss und schneidet scharf von der obern fahlen Farbe ab. Die Schnurren sind theils schwarz mit weissen Enden, theils ganz weiss. Der Schwanz ist oben glänzend dunkelbraun, unten lichter. Die Ohren sind bräunlich, die Schneidezähne gelblich.

In nachfolgendem Täfelchen stelle ich meine *Messungen* (I) mit denen von Lichtenstein (II) und Cretszchmar (III) zusammen:

	I.	II.	III.
Länge bis zur Schwanzwurzel .	4″ 2‴	4″ 0‴	4″ 1‴
„ des Kopfs bis zum Nacken .	1 3	1 3	
„ der Ohren .	0 9	0 9½	0 8*)
„ des Schwanzes .	4 0		4 0
Breite der Ohren in der Mitte .	0 6	0 7	

---

*) Diese Abnahme habe ich selbst an dem einen Exemplare im Frankfurter Museum gemacht.

Als *Heimath* giebt Cretszchmar den Sinai und die Umgegend an; auch fügt er noch Nubien hinzu, doch gehört das aus letzterem Lande stammende Exemplar wohl nicht hieher. Lichtenstein giebt für das seinige überhaupt Arabien an. Unsere Exemplare, wie erwähnt, kommen gleichfalls vom Sinai.

3. *Mus russatus nob.* (Tab. III. fig. 2).

M. flavus, pilis nigro-apiculatis, gastraeo sordide albido, auriculis mediocribus, angustis, albo-pilosis, dorso toto aculeato, plantis aterrimis.

Von dieser Art scheint bisher keine Rede gewesen zu seyn, obwohl sie sich von den verwandten egyptisch-arabischen Stachelmäusen durch sehr auffallende Merkmale unterscheidet. Schon die Kürze der Ohren, die überdiess aussen und innen dicht mit gelblichweissen Härchen besetzt (nur die untere Hälfte der Innenseite ist nackt) und dabei schmal sind, so wie, dass die Stacheln nicht erst von der Mitte des Rückens, sondern bereits vom Nacken an beginnen, also den ganzen Rücken, so wie auch die Schenkel einnehmen, ferner die pechschwarzen Sohlen an den Vorder- und Hinterfüssen, endlich die ganze Färbung lassen diese neue Art weder mit M. cahirinus, oder M. subspinosus, noch mit dem ihr ähnlicher gefärbten M. dimidiatus verwechseln. Auch die indische Art, Mus platythrix *Benn.* kann von ihr leicht unterschieden werden; alle andern Stachelmäuse, insoweit sie noch der Gattung Mus (in dem engern Sinne der neuern Zoologen) angehören, differiren gleich durch ihre beträchtlichere Grösse.

Wie bei den vorhin beschriebenen beiden Arten sind auch bei Mus russatus die *Stacheln* glatt, auf der Oberseite ausgehöhlt, von der Wurzel an $\frac{2}{3}$ weit weiss, dann fahlgelb und durchgängig mit schwarzen Spitzen. Daraus entsteht auf dem Rücken eine licht röthlich-fahlgelbe *Färbung* mit feinen schwärzlichen Pünktchen; auf dem Kopfe wird sie blasser, eben so an den Seiten, wo sie allmählig in den schmutzig graulich gelben Ton der Unterseite übergeht, der dadurch entsteht, dass die Haare an der Wurzel grau, an der Spitze gelblich sind. Die Haut der Ohren ist schwarz, die Schnurren meist dunkel, die Schneidezähne aussen gelb, die Füsse auf der Oberseite gelblichweiss behaart. Der Schwanz, der bei unsern vier Exemplaren abgefallen war und dessen Länge daher auf 1—2 Linien vielleicht nicht ganz sicher angegeben werden kann, ist übrigens wie der von Mus dimidiatus beschaffen, nur bedeutend dünner.

Die *Länge* von der Schnautze bis zur Schwanzwurzel beträgt 3″ 10‴, des Schwanzes 2″ 9‴, der Ohren 7‴, ihre grösste Breite 4‴.

Gleich der vorigen hat Herr Hofrath von Schubert diese Art auf dem Sinai gefunden.

4. *Loncheres obscura nob.* (Tab. II. fig. 5—12).

Die so eben beschriebenen drei egyptisch-arabischen Stachelmäuse gehören sämmtlich der eigentlichen Gattung Mus (in dem engeren Sinne der neueren Zoologen) an, was schon früher von Mus cahirinus und dimidiatus bekannt war und ich für Mus russatus ebenfalls versichern kann. Die ganze Beschaffenheit des Schädels, die Form und Zahl $\left(\frac{3.3}{3.3}\right)$ der Backenzähne ist vollkommen wie bei unsern Hausmäusen. Bei dieser Uebereinstimmung in den wichtigsten Punkten ist es deshalb auch gar nicht nöthig, die grosse Zahl von Nagergattungen mit einer neuen zu vermehren, welche

Isidor Geoffroy *) unter dem Namen Acomys für Mus cahirinus vorgeschlagen hat.

Anders ist es mit den americanischen Stachelmäusen, die unter dem Namen Echimys von Geoffroy, Desmarest u. A. zu einer Gattung vereinigt wurden, und denen Illiger **) und Lichtenstein ***) den Namen Loncheres gaben. Später erklärte der Letztere †), dass unter dieser Gattung nur Loncheres paleacea zu begreifen sey und dass die andern Stachelmäuse, da sie selbst in Zahl und Form der Backenzähne mit den Ratten überein kämen, an die Gattung Mus zurückfallen müssten. Berichtigend bemerkte hierauf Isidor Geoffroy ††), dass diess nur für Mus cahirinus gelte, keineswegs aber für die übrigen Stachelmäuse, welche sämmtlich (abgesehen von Echimys dactylinus, der nicht einmal Stacheln hat, und von Mus anomalus *Thompson*, der vor der Hand noch ganz problematisch ist) auf jeder Kieferseite mit 4 schmelzfaltigen Backenzähnen versehen, dadurch also völlig von Mus verschieden sind. Er stimmt ferner mit Jourdan †††) darin überein, dass man aus diesen Stachelmäusen 2 Gattungen, Echimys und Nelomys, errichten müsse, wenn gleich die Charactere etwas anders zu fassen seyen, als sie letzterer bezeichnet hätte. Jourdan nämlich begreift unter Echimys diejenigen americanischen Stachelmäuse, welche grosse Ohren, einen schuppigen und nackten Schwanz, lange Tarsen und gestreckten Körper haben; unter Nelomys dagegen die mit rundlichen, wenig entwickelten Ohren, behaartem Schwanze, kurzen

---

*) Annales des sciences naturelles. Août 1838 p. 126.

**) Prodrom. system. mammal. p. 90.

***) Abh. der k. Akadem. der Wissensch. zu Berlin 1820 S. 187.

†) Darstellung neuer oder wenig bekannter Säugth. tab. 35 fig. 2.

††) Annal. des sc. nat. 1838 p. 122.

†††) Ebenda VIII. (1837) p. 370.

Tarsen und ziemlich schwerfälligem Körper. Diese Merkmale berichtigt Is. Geoffroy dahin, dass unter den americanischen Stachelmäusen zweierlei Zahnsysteme gefunden würden, nämlich ein complicirteres (nicht hinsichtlich der Zahl, die immer vier ist, sondern hinsichtlich der Form der Backenzähne) bei Nelomys von Jourdan, und ein einfacheres bei den wahren Echimys; dass ferner das Merkmal, welches Jourdan von den Füssen hergenommen hat, genau und so bestimmt ausgesprochen sey, dass man in dieser Beziehung sagen könne, dass sich Echimys zu Nelomys wie Meriones (Gerbillus) zu Mus verhalte. Dagegen könne Form der Ohren, und zumal der behaarte oder schuppige Zustand des Schwanzes keine generischen Merkmale abgeben.

Mit diesen Bemerkungen Geoffroy's bin ich vollkommen einverstanden, nur meine ich, dass zu den äusserlichen Unterscheidungsmerkmalen zwischen Echimys und Nelomys recht wohl die Form der Ohren noch mit in Anschlag gebracht werden könne. So weit mir aus Autopsie oder blossen Beschreibungen die Arten von Nelomys bekannt sind, (als Echimys cristatus *Geoffr.*, Loncheres paleacea *Ill.*, Nelomys Blainvillei *Jourd.* *), Mus hispidus *Licht.* und eine neue Art, die ich gleich nachher beschreiben werde) haben die Ohren eine halbrunde Form mit vorderem und hinterem

---

*) Von Herrn Parreyss in Wien habe ich unter obigem Namen eine ihm aus Brasilien neuerdings zugekommene Stachelratte erhalten, die ganz mit Jourdans kurzer Beschreibung von Nelomys Blainvillei (in den Annal. des sc. nat. 2° sér. Vol. VIII. p. 371) übereinstimmt, nur mit dem Unterschiede, dass die meinige kleiner (also wohl jünger) und der Schwanz fast von gleicher Länge mit dem Körper ist, während bei Jourdan's Exemplare ersterer um 5 Centim. kürzer als letzterer, folglich wahrscheinlich verstümmelt ist.

Umschlag und springen wenig über den Kopf hervor. Bei Mus leptosoma *Brants* und Echimys spinosus dagegen, welche zu Echimys im Sinne von Jourdan gehören, ragen die Ohren stark vor, und haben ganz die spitz-ovale Form der Ratten. Ob diess von den andern Arten, die mir nicht bekannt sind, auch gelte, wird die versprochene ausführliche Abhandlung von Is. Geoffroy, die indess noch nicht erschienen ist, ausweisen. Einstweilen begnüge ich mich, eine neue und grosse Art americanischer Stachelmäuse zu beschreiben, und in der Erörterung ihres Skeletbaues die grossen Differenzen anschaulich zu machen, die sich an selbigem in Bezug auf die eigentlichen Mäuse (Mus) ergeben. Was die Namen für beide Gattungen anbelangt, so bemerke ich noch, dass ich statt Nelomys von Jourdan den von Loncheres, als den früher gegebenen, beibehalte; Echimys kann für die andere Gattung bleiben, nachdem sprachrichtiger Echinomys daraus gemacht worden ist. Im Deutschen kann man Loncheres als *Lanzenratte* und Echinomys als *Igelratte* geben.

Unsere Sammlung besitzt zwei in Branntwein aufbewahrte und von Spix in Brasilien gesammelte Exemplare einer Stachelmaus, die ich unter den bisher beschriebenen Arten nicht mit Sicherheit auffinden kann und der ich den Namen Loncheres (Nelomys) obscura beilege. Das grössere von diesen, das fast alle Haare verloren hatte und überhaupt ganz zerweicht war, liess ich zum Skelet verarbeiten; nach dem andern, das in besserem Zustande war, obgleich auf der Bauchseite ebenfalls beschädigt, ist die nachfolgende Beschreibung entworfen.

a) Aeussere Beschaffenheit.

Die *Gestalt* ist robust; die Nase und Oberlippe springt weit über die untere vor, und die obere Lippe ist zugleich der Länge nach bis zwischen die Nasenlöcher gespalten. Die Ohren sind nackt, nur mit einzelnen Härchen besetzt, nicht sonderlich lang, daher nur wenig über den Kopf vorragend, und haben eine von der der Ratten verschiedene Form. Sie sind abgerundet, haben einen starken vordern und hintern Umschlag, oben jedoch sind sie ganz flach. Die Bartborsten sind zahlreich und bedeutend lang (an 2″); eben so stehen hinter den Augen lange Borsten.

Die Gliedmassen sind kurz, aber sehr kräftig, was besonders an den kurzen, dagegen breiten und dicken Füssen mit kurzen Zehen auffallend ist. Die Sohlen sind ganz nackt. An den Vorderfüssen finden sich auf jeder Sohle 6 Ballen: 2 sehr grosse an der Handwurzel, darauf folgen zwei kleinere, wovon der eine an der Wurzel der zweiten, der andere an der Wurzel der fünften Zehe ist, dann ganz nach vorn ein grösserer Ballen an der Wurzel der dritten und vierten Zehe, und endlich ein kleiner Ballen am Daumen. Am Hinterfusse haben wieder die dritte und vierte Zehe an der Wurzel einen gemeinsamen Ballen, die zweite und fünfte jede einen besondern, und einen kleinen die Daumenzehe gleich unter der Kralle; überdiess ist der Mittelfuss jederseits mit einem langgestreckten Ballen versehen.

An den Vorderfüssen ist der Daumen eigentlich nur durch den erwähnten Ballen angedeutet, auf welchem ein kleiner, flacher, nicht zugespitzter, sondern gerade abgeschnittener Nagel sitzt; die zweite und fünfte Zehe sind gleich lang, so wie wieder die dritte und vierte. Am Hinterfusse ist der Daumen zwar kurz, aber deutlich und mit einem spitzigen Nagel versehen; das Längenverhältniss ist wie an den Vorderfüssen. Die Krallen sind kurz und stark.

Der Schwanz ist so lang als der Körper, dick, an seiner Wurzel ringsum (1″ lang) dicht behaart, dann aber, wie ein Rattenschwanz nackt, wirtelförmig geschuppt, und mit einzelnen Härchen dünne besetzt.

Die *Behaarung* ist auf dem ganzen Rücken, den Schultern, Oberschenkeln und dem Kopfe grösstentheils aus platten stachelartigen Haaren, die oben ausgehöhlt, unten etwas gewölbt und scharf zugespitzt sind, gebildet; unter diese Stacheln, die gegen 1″ lang werden, mischen sich einzelne borstenartige Haare ein, welche am Unterleib, an der Schnautze und den Füssen, die bis zu den Krallen behaart sind, allein vorkommen.

Die *Färbung* der obern und äussern Theile ist dunkelbraun und gelblich melirt, indem die braunen Haare meist eine gelbliche Spitze haben. Der Unterleib fällt mehr ins schmutzig Gelbliche; die Schneidezähne sind weiss, die Krallen bräunlich.

Die *Ausmaasse* des grösseren Exemplars werden bei der Beschreibung des Skelets gegeben; von dem etwas kleineren sind sie folgende:

Länge des Körpers	6″	6‴
„ des Schwanzes	6	5
„ der Ohren	0	7½
Breite derselben	0	6
Länge der Hand, ohne Kralle	0	9
„ des Mittelfingers, ohne Kralle	0	4
„ des Hinterfusses bis zum Anfang der Mittelzehe	1	1
„ der Mittelzehe, ohne Kralle	0	5
Breite, grösste, des Mittelfusses	0	6

Am nächsten kommt die eben beschriebene Art mit Echimys (Nelomys) didelphoides *Geoffr.* überein, indess wird dieser nur zu

5″ Länge angegeben, auch sind in der kurzen Notiz, die Desmarest vom selbigen liefert, über mehrere Punkte, wie z. B. über Form der Ohren, der Füsse und über die Sohlenballen keine Aufschlüsse mitgetheilt, so dass ich nicht weiss, ob bei Bekanntwerdung mit ihnen die Aehnlichkeit beiderlei Thiere sich mehren oder mindern wird. Wäre Ersteres der Fall, so könnte vielleicht das Pariser Exemplar ein jüngeres Thier von gegenwärtiger Art seyn, das hier vollständig nach alten Individuen beschrieben wird.

Mit Echimys cristatus und Loncheres paleacea kann keine Verwechslung vorgehen, da beide schon durch die weisse Längsbinde auf der Stirne und jener überdiess noch durch die weisse Schwanzspitze hinlänglich sich auszeichnen. Mus hispidus *Licht.*, von Isidor Geoffroy Nelomys armatus genannt, unterscheidet sich durch kürzeren Schwanz, besonders aber durch kürzere Ohren und die gelben Tupfen auf dem Felle. Nelomys Blainvillei *Jourd.* ist goldroth und der Schwanz durchgängig dicht behaart, am Ende mit einer Art Quaste. Endlich die letzte Art von dieser Gattung, Nelomys semivillosus *Is. Geoffr.*, zur Zeit nur durch eine kurze Notiz mangelhaft bekannt und vielleicht von Nelomys armatus nicht einmal specifisch verschieden, hat ebenfalls einen mehr behaarten Schwanz.

b) Knochengerüste.

Die Hauptmerkmale, durch welche sich die americanischen Stachelmäuse von den vorhin beschriebenen der alten Welt unterscheiden, beruhen auf der Beschaffenheit des Knochengerüstes und des Gebisses.

Die Eigenthümlichkeiten des *Schädels* (Tab. II. Fig. 5, 6) hat zwar bereits Cuvier *) erörtert, ohne jedoch die Art zu benennen und zwischen Echinomys und Loncheres zu unterscheiden. Die nachfolgende Beschreibung ist nach dem Skelete unserer Loncheres obscura und dem Schädel von Loncheres (Nelomys) Blainvillei *Jourd.* entworfen, und es ist nur hierbei hauptsächlich darum zu thun, die Differenzen, welche sich zwischen den Lanzenratten und den eigentlichen Mäusen finden, hervorzuheben, um die Trennung der ersteren von den Stachelmäusen der alten Welt zu rechtfertigen.

Die Form des Schädels ist bei beiden Gattungen völlig von einander verschieden. Bei den Mäusen ist er sehr langgestreckt und schmal, indem namentlich die Stirnbeine sehr schmächtig und der Schnautzentheil lang vorgezogen ist; bei den grössern Arten, wie Mus Rattus und decumanus, ist er sogar schmäler als bei den kleinern, indem bei Mus musculus, wie bei unserm Mus russatus, die Scheitelbeine einen verhältnissmässig breitern Raum einnehmen. Bei der Lanzenratte dagegen ist der Schädel breit, und die Nasenbeine mit dem Schnautzentheile verhältnissmässig kurz, was eher an die Form bei den Eichhörnchen erinnert. Besonders breit sind die Stirnbeine, indem sie sich zu beiden Seiten ausdehnen, um ein Dach über den Augenhöhlen zu bilden, ohne jedoch, wie bei den Eichhörnchen, einen hintern Orbitalstachel abzuschicken. Die Scheitelbeine sind bereits untereinander und mit dem Zwischenscheitelbeine verwachsen, welches letztere der Quere nach sich nicht bedeutend ausgedehnt haben kann. Das Hinterhauptsbein schickt seitlich zwei Griffelfortsätze ab, welche den aufsteigenden Theil

---

*) Leçons d'Anatom. comp. II. p. 220, 266, 341, 414, 482. — *Fr. Cuvier* hat (nouv. ann. du mus. I. tab. 19 fig. 3—4) den Schädel von Loncheres, ohne Beschreibung, in Umrissen abgebildet.

der Pauke und des Felsenbeines zwischen sich fassen, hakenförmig herabhängen und hier ungleich stärker als bei den Ratten entwickelt sind.

Eine nicht geringere Verschiedenheit als in den allgemeinen Umrissen des Schädels spricht sich im Besondern in der Form des Jochbogens und des von ihm gebildeten untern Augenhöhlenloches aus. Der Jochbogen ist bei den Mäusen schwach, aber stark auswärts gekrümmt; bei den Lanzenratten stark und nur schwach auswärts gebogen. Das Jochbein selbst ist bei den erstern ein kurzes schmales Stäbchen, das zwischen dem sehr langen und starken Jochfortsatz des Oberkieferbeins und dem kürzern und schwächern des Schläfebeins eingeschoben ist. Bei der Lanzenratte dagegen ist das Jochbein ein starker, breiter, aussen der Länge nach ausgehöhlter Knochen, der unter dem Jochfortsatz des Schläfenbeins sich bis zur Gelenkhöhle für den Unterkiefer hinzieht.

Das untere Augenhöhlenloch der Mäuse wird durch eine senkrecht aufsteigende breite Platte des untern Jochfortsatzes des Oberkieferbeins in seinem Raume so beengt, dass es hier nur eine schmale Spalte bildet, die sich erst oberhalb jener Platte in ein grösseres, vom obern Jochfortsatze des Oberkieferbeins überdecktes Loch ausbreiten kann; zugleich liegt vor der Spalte eine Tasche, deren äussere Wand blasig aufgetrieben ist. Anders ist es bei der Lanzenratte, wo die beiden stabförmigen Jochfortsätze des Oberkiefers sich gleich schief aufwärts wenden, keine senkrechte Platte abschicken, und dadurch ein ungemein weites und einfaches Augenhöhlenloch bilden; eine Tasche ist hier nicht vorhanden.

Betrachten wir die Grundfläche des Schädels, so stossen wir auf folgende Hauptdifferenzen. Die foramina incisiva sind bei den Ratten nochmals so lang, daher bei ihnen die Entfernung der

Schneidezähne von den Backenzähnen ungleich grösser. Dagegen ist bei den Lanzenratten die Backenzahn-Reihe viel länger, zugleich aber auch der Raum zwischen den beiden Reihen viel schmäler und hinten tiefer und spitz eingeschnitten. Die Paukenknochen sind viel grösser, gewölbter und glatter als bei den Ratten. Den Flügelfortsätzen des Keilbeins fehlt bei der Lanzenratte das äussere Blatt beinahe ganz, und ihr Grund ist durchbrochen von der gemeinschaftlichen Oeffnung des Foramen rotundum und spheno-orbitale. Die äussere Spitze des innern Blattes zeigt die feine Oeffnung für den vidianischen Canal, und das ovale Loch ist gross. Bei den Mäusen ist die Grube zwischen beiden Blättern geschlossen, das innere Blatt jedoch von einem Loche durchbohrt; die Oeffnung des foramen spheno-orbitale sehr gross.

Am Unterkiefer stehen bei der Lanzenratte, der grössern Breite des Schädels wegen, die beiden Aeste weiter auseinander, sind auch viel stärker und der hintere Rand ist zwischen Gelenkfortsatz ued Winkel viel tiefer ausgeschnitten.

Weit geringer sind die Verschiedenheiten zwischen Mäusen und Lanzenratten am Knochengerüste des *Rumpfes* und der *Gliedmassen* ausgesprochen; hier überwiegen die Aehnlichkeiten. Am Schulterblatte der letzteren (Fig. 9) ist die Gräthe noch weiter vom Blatte losgetrennt. Die Handknochen sind, wie die ganze vordere Extremität (Fig. 10) überhaupt, kurz, aber stark; an dem schwachen Mittelhandknochen des Daumens sitzt, statt der beiden Phalangen, blos ein kleines Höckerchen.

An den Hintergliedmassen (Fig. 12) zeigt sich der Unterschied, dass bei der Lanzenratte dem Schenkelbeine (Fig. 11) die äussere flügelartige Erweiterung (dritter Umdreher) der Mäuse abgeht, dass das Wadenbein in seinem untern Drittel nicht mit dem

Schienbeine, wie bei diesen, verschmolzen, sondern in seinem ganzen Verlaufe frei und zugleich auch stärker ist, endlich dass der Fuss kürzer und breiter, namentlich die Mittelfussknochen kürzer, aber stärker sind. Die Daumenzehe ist übrigens an den Hinterfüssen vollkommen ausgebildet und hat zwei Phalangen. Die Krallen sind wie bei den Ratten beschaffen.

Wirbel giebt es: Hals- 7, Rücken- 13, Lenden- 8, Kreuz- 3, Schwanzwirbel 33.

Die *Ausmaasse* des beschriebenen Skelets von Loncheres obscura sind folgende:

Länge des Schädels	2″	0‴
— der Rumpfwirbel, vom Anfange der Hals- bis zu Ende der Kreuzwirbel (nach der Krümmung)	5	7
— gerade, von den Schneidezähnen bis zu Anfang der Schwanzwirbel	7	8
— der Schwanzwirbelreihe	7	9
— der Stirnbeine in ihrer Naht	0	8
Breite, grösste, zwischen den Jochbögen . . .	1	0
— — des Stirnbeins	0	9
— kleinste, derselben	0	7
Länge des Oberarmbeins	1	1
— des Ellenbogenbeins	1	3
— des Schenkelbeins	1	5½
— des Schienbeins	1	5
— der ganzen Hand	0	10
— des Mittelhandknochens am Mittelfinger . .	0	3
— des Mittelfingers selbst	0	5½
— des Hinterfusses	1	6
— des mittlern Mittelfussknochen	0	6
— der Mittelzehe bis zur Krallenspitze . . .	0	6¾

c) Gebiss.

Die Zähne *) weichen, wie erwähnt, nach Zahl und Form von denen der Mäuse bedeutend ab.

Die *Schneidezähne* bieten nichts Besonderes dar, sind schmal und ohne Längsfurche.

Backenzähne sind $\frac{4 \cdot 4}{4 \cdot 4}$, im Ganzen also 16 vorhanden; die Ratten haben blos 12. Bei den letztern sind es Höckerzähne, bei der Lanzenratte schmelzfaltige Zähne. Die Schmelzfalten zeigen je nach dem Grade der Abnützung sehr verschiedenartige Figuren.

Die *oberen Backenzähne* sind fast gleich gross, nur der hintere ist etwas kleiner als die andern; sie sind etwas länger als breit und deutlich mit Wurzeln versehen. Im noch wenig gebrauchten Zustande, wie ihn unser Schädel von Loncheres Blainvillei zu erkennen giebt, zeigt es sich deutlich, dass jeder der 3 vordern Backenzähne aus vier, der hinterste nur aus drei, stark zusammengedrückten, von Schmelz umlegten Platten besteht, von denen die der 2 ersten Zähne etwas gebogen sind, und ihre concave Seite nach vorn wenden.

Sobald die Abnützung aber stark erfolgt ist, wie an dem Schädel von unserer Loncheres obscura (Tab. II. Fig. 7), so verschmelzen die beiden vordern Platten, so wie die beiden hintern

---

*) Eine Abbildung der Zähne von *Echimys didelphoides*, ohne Beschreibung, hat *Fr. Cuvier* (Nouv. ann. du mus I, tab. 18 fig. 2) mitgetheilt.

mehr mit einander. Die Kaufläche eines jeden Zahnes ist alsdann durch eine, nach der Quere desselben verlaufende äussere und innere Furche, wovon die letztere weiter vorwärts liegt, und jede nur bis in die Mitte reicht, in eine vordere und hintere Hälfte getheilt; die vordere ist auf der Aussenseite nochmals eingeschnitten. Der Schmelz umlegt nun nicht blos die Aussenfläche des Zahns, sondern zieht sich ebenfalls in die beiden äussern und in die innere Falte hinein; ausserdem durchsetzt er auch als eine mit Knochensubstanz innen ausgefüllte Platte die hintere Hälfte des Zahnes.

Von den *untern Backenzähnen* (am schönsten zeigte sie der Schädel von Loncheres Blainvillei) besteht jeder aus einer vordern einfachen und gebogenen Platte, deren concave Seite rückwärts schaut, und aus einer Vartig zusammengesetzten hintern, deren Oeffnung nach innen liegt und deren innerer Schenkel noch stärker als die vordere Platte gekrümmt ist. Der vordere Zahn hat vorn noch einen besondern Vartigen Ansatz von keilförmiger Gestalt und ebenfalls mit innerer Oeffnung, und ist dadurch am längsten. Am meisten verkrümmt ist der hinterste Backenzahn.

Die Abnützung, wie wir sie an unserm Exemplare von Loncheres obscura (Tab. II. Fig. 8) sehen, bringt keine wesentliche Aenderung in den Schmelzfiguren der untern Backenzähne hervor. Gemäss ihrer Zusammensetzung zieht sich an der Aussenseite des Zahnes nur eine Furche, auf der Innenseite dagegen zwei hinein, und der erste hat seinen besondern keilförmigen Ansatz. Die Schmelzfalten zeigen sich auch in diesem Zustande stärker gewunden als die obern *).

---

*) Während des Drucks dieser Zeilen erhalte ich ein grosses schönes Exemplar von Mus leptosoma *Brants* (Loncheres myosuros Licht.), welche zu

Aus dem Vorstehenden ist demnach ersichtlich, dass Stachel-

---

der Unterabtheilung von Loncheres gehört, die ich mit dem Namen Echinomys bezeichnet habe. An dem herausgenommenen Schädel, dem leider das Hintertheil fehlt, zeigten sich folgende Eigenthümlichkeiten. Die Backenzähne halten im Allgemeinen den Typus ein, welchen ich für Loncheres obscura und Blainvillei angeführt habe; allein es giebt sich bei Echinomys leptosoma eine ähnliche Abweichung wie bei den Schläfern kund: sie sind einfacher und kleiner. An unserem Exemplare sind diese Zähne bereits so abgenützt, dass man ihre ursprüngliche Form nicht mehr deutlich erkennen kann. So wie sie jetzt durch die starke Abreibung gestaltet sind, zeigen die Backenzähne des Oberkiefers nur noch zwei Halbcylinder, deren Trennung blos an der innern Seite durch eine Furche deutlich bezeichnet ist und von denen der hintere ein V darstellt, dessen Spitze nach innen schaut; die Schmelzfalten sind hier gewundener als bei den beiden vorhin genannten Arten. Sehr auffallend ist auch die Grössen-Verschiedenheit. Während bei Loncheres obscura und Blainvillei die obere Backenzahnreihe sehr lang ist, indem jeder einzelne Zahn länger als breit ist, zeigt sich dagegen bei Echinomys leptosoma die Backenzahnreihe sehr kurz, indem jeder einzelne Zahn klein und zugleich eher etwas breiter als lang ist.

Dasselbe Verhalten findet auch für die Backenzähne des Unterkiefers statt, obgleich sie etwas länger sind als die obern, und der erste vorn einen kleinen Ansatz zeigt. Auch sie lassen nur noch zwei Halbcylinder erkennen, von denen der vordere ein V darstellt, dessen Spitze hier aber nach aussen gewendet ist.

Zur Veranschaulichung der Grössen-Verschiedenheiten diene nachfolgende Tabelle, wobei zu bemerken ist, dass Echinomys leptosoma noch etwas grösser als die beiden andern Arten ist.

	Loncheres Blainvillei	Loncheres obscura	Echinomys leptosoma
Länge der obern Backenzahnreihe	$6'''$	$5\frac{1}{2}'''$	$3\frac{1}{3}'''$
— der untern „	6	$5\frac{1}{2}$	$3\frac{2}{3}$
— des ersten obern Zahnes	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{5}$	$0\frac{4}{5}$
— „ „ untern „	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1

ratten und Mäuse im Gebiss nicht minder erhebliche Differenzen als im Schädelbaue zeigen.

Die Kürze der Backenzahnreihen bedingt nun auch einen kürzeren knöchernen Gaumen und einen kürzern Unterkiefer; zugleich sind im Oberkiefer beide Reihen weiter auseinander gehalten.

Uebrigens ist die Schädelform von Echinomys leptosoma (namentlich für das Unter-Augenhöhlenloch, Jochbogen und Stirndach) dieselbe wie bei den schon beschriebenen beiden andern Arten. Diese Uebereinstimmung in den wesentlichen Verhältnissen des Schädel- und Zahnbaues beweist denn auch, dass Echinomys von Loncheres nicht generisch getrennt, sondern nur als Untergattung von dieser betrachtet werden darf.

III. Springmäuse.

Um die Auseinandersetzung der Arten der Springmäuse hat sich Lichtenstein *) in seiner trefflichen Monographie derselben die grössten Verdienste erworben. Den bisher bekannten Arten können wir zwei neue hinzufügen, wovon die eine von der Reise des Herrn Hofraths von Schubert, die andere von der des Herrn Dr. Fischer herrührt.

1. *Dipus aulacotis* Nob. (Tab. IV. Fig. 1.)

Die grösste unter diesen beiden Arten ist die, welche Herr Dr. Fischer an der Westküste Arabiens entdeckt hat; sie gehört zu der Abtheilung von Springmäusen, die an den Hinter- wie Vorderfüssen durchgängig mit fünf Zehen versehen sind. Nach Färbung und Grösse kommt sie mit den grösseren Individuen von Dipus Jaculus (im engern Sinne von Lichtenstein) so sehr überein, dass nur die relativen Verschiedenheiten einzelner Körpertheile und die Beschaffenheit der Ohren es sind, welche beide spezifisch, und zwar auf eine sehr frappante Weise, von einander sondern. Die Unterscheidungsmerkmale sind folgende:

---

*) Abhandl. der k. Akademie der Wissensch. zu Berlin 1828 S. 133 ff. — Ferner: Darstellung neuer oder wenig bekannter Säugethiere tab. 22—27.

1) Dipus aulacotis hält in der Grösse das Mittel zwischen D. Jaculus und decumanus *Licht.*

2) Die Ohren, welche bei den zwei zuletzt genannten Arten so lang sind als der Kopf, kommen bei D. aulacotis nur zwei Drittel der Kopflänge gleich, sind also ansehnlich kürzer, zugleich auch von anderer Form, nämlich schmäler, indem der äussere Rand nicht, wie bei jenen, eine convexe, sondern eine gerade Linie bildet.

3) Bei D. Jaculus ist das Ohr von einigen feinen Adern der Länge nach durchzogen, übrigens innen glatt und feinbehaart, zugleich dünn und durchscheinend. Bei D. aulacotis dagegen zeigt das Ohr auf der Innenseite starke Längsrippen, die zumal im untern Theile von queren unregelmässig durchschnitten werden, so dass dadurch Grübchen entstehen; überdiess ist es dünn behaart und viel dicker, so dass es fast undurchsichtig ist; sein äusserer Rand ist der ganzen Länge nach weiss eingefasst.

4) Bei grösserer Körperlänge von D. aulacotis ist gleichwohl der Lauf (Fusswurzel und Mittelfuss zusammen genommen) bedeutend kürzer als bei den andern grossen Arten, so dass er an Länge nicht einmal den Lauf eines um 2¾ Zoll kleinern Exemplares von D. aegyptius übertrifft.

5) Die äussersten Zehen erreichen bei D. aulacotis den Boden, bei D. Jaculus und decumanus aber nicht.

6) Endlich ist der Schwanz, selbst mit der Haarspitze, nur

um etwas länger als der Körper, während er bei D. Jaculus anderthalb Leibeslängen ausmacht.

Noch kann als Unterschied von D. decumanus angeführt werden, dass der olivenfarbige Anflug, der diesen auszeichnet, hier vollkommen fehlt, indem die Färbung des Körpers und Schwanzes ganz wie bei D. Jaculus ist. Uebrigens sind die Zehen nicht stärker behaart als bei letzterem, und die Sohlen haben nur einen sehr schwachen bräunlichen Anflug.

In nachfolgender Tabelle sind die Hauptmaasse von D. aulacotis mit denen von D. decumanus, D. Jaculus und D. aegyptius verglichen *).

	D. aulacotis	D. Jaculus			D. decuman.	D. aegypt.
		I.	II.	III.		
Länge, gerade, von der Schnautze bis zur Schwanzwurzel . . .	7″10‴	6″6‴	7″0‴	6″9‴	9″0‴	5″1‴
— des Schwanzes, ohne Haar . . .			10 9	10 1	9 0	7 0
— d. Schwanzes, mit Haar	9 9					7 11
— der Ohren . .	1 3	1 9½	2 0	2 0		1 2
Breite, grösste, derselben	0 5½	0 7½	0 11	0 11		0 7½
Länge vom Haken bis zur Zehenspitze .	2 10	3 1			3 8	2 9
— des Tarsus und Metatarsus . .	1 11½	2 5	2 4½	2 6		1 11½

---

*) Von Dipus Jaculus ist Nr. I. nach dem Exemplare unserer Sammlung gemessen, Nr. II. und III. von Pallas (nov. spec. Quadrup. c Glirium ord. p. 296). Die Maasse des D. decumanus sind von Lichtenstein entlehnt.

Zur Unterscheidung des Dipus aulacotis von den verwandten Arten wird folgende Diagnose genügen:

Dipus cinereo-flavus, subtus albus, auriculis partes duas tertias capitis aequantibus, angustis, intus longitudinaliter scrobiculato-costatis, metatarso abbreviato.

2. *Dipus macrotarsus* Nob. (Tab. IV. Fig. 2).

Obschon Herr Hofrath v. Schubert nur ein einziges und nicht ganz tadelloses Exemplar von dieser Springmaus am Sinai sich verschaffen konnte, so glaube ich doch durch solches zur Aufstellung einer neuen Art berechtigt zu seyn, wiewohl ich gerne zugestehe, dass ihre specifische Selbstständigkeit erst nach Kenntniss mehrerer Individuen vollständig gesichert erscheint. Es gehört diese Art zu derjenigen Abtheilung von Springmäusen, welche an den Hinterfüssen nur drei Zehen haben. Wegen ihrer geringen Grösse, ihrer reichlichen Zehenbehaarung und der nicht besonders langen Ohren könnte sie nur mit Dipus hirtipes und lagopus verwechselt werden, wovon jedoch folgende Merkmale sie sehr bestimmt trennen.

Die Hinterfüsse sind bei D. macrotarsus so lang als der Rumpf, also verhältnissmässig viel länger als bei D. lagopus und hirtipes. Die Ohren sind etwas kürzer als bei letzterer Art, aber länger als

---

D. aegyptius habe ich nach einem in Weingeist aufbewahrten Exemplare, das Herr Dr. M. Wagner aus Algier einsandte, gemessen. Diese letztgenannte Art erstreckt sich demnach weit westlich durch das nördliche Africa, gleich dem Meriones robustus, den wir ebenfalls durch den nämlichen Reisenden von dorther erhalten haben.

bei ersterer. Der Schwanz, der indess an unserm Exemplare die Spitze eingebüsst hat, ist etwas länger als der Körper, und mag sich in dieser Beziehung ungefähr wie bei D. lagopus verhalten. Die Schnurren sind bei weitem nicht so lang und starr wie bei D. hirtipes oder (wenigstens nach der Abbildung zu schliessen) wie bei D. lagopus, was ein weiteres gutes Unterscheidungsmerkmal abgiebt.

Uebrigens ist die ganze Behaarung sehr weich und lang; die Zehen der Hinterfüsse sind auf der Unterseite mit sehr langen, schief vorwärts gerichteten Haaren besetzt. Die Oberseite ist isabellgelb, stark schwarz gemischt (dadurch von D. lagopus verschieden); die Unterseite rein weiss, auch die langen Sohlenhaare der Zehen, die nur an der Spitze einen schwachen lichtbräunlichen Anflug haben; die Schnurren sind meist schwarz.

Nachstehende Tabelle zeigt am deutlichsten die Unterschiede in den Dimensionsverhältnissen *):

	D. macrotarsus	D. lagopus	D. hirtipes	
			I.	II.
Länge des Körpers von der Schnautze bis zur Schwanzwurzel	3″6‴	5″0‴	4″0‴?	5″0‴
Länge des Schwanzes .		5 3	6 2	6 8
— der Ohren . .	0 6½		0 10	
Breite derselben . .	0 4		0 5½	

---

*) Die Maasse von Dipus lagopus und hirtipes Nr. II. sind von Lichtenstein entlehnt; Nr. I. ist nach unserem etwas eingeschrumpften Exemplare gemessen, dessen Leibeslänge im frischen Zustande wohl ein wenig grösser gewesen war.

	D. macrotarsus	D. lagopus	D. hirtipes	
			I.	II.
Länge der längsten Bartschnurren	1 9		3 6	
Länge des Hinterfusses	2 2½	2 4	2 1	2 4
— des Tarsus nebst Metatarsus	1 6½		1 5½	

Die Diagnose von Dipus macrotarsus lautet:

Dipus minimus, cinereo-flavus, subtus albus, auriculis mediocribus, pedibus posterioribus longitudine trunci, digitis subtus pilis longissimis, apice brunescentibus vestitis, vibrissis mediocribus.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. II.

Fig. 1—2. Schädel von Eliomys melanurus.
Fig. 3. Obere Backenzähne desselben Thieres.
Fig. 4. Untere „ „ „
Fig. 5—6. Schädel
Fig. 7. Obere Backenzähne
Fig. 8. Untere Backenzähne
Fig. 9. Schulterblatt — von Loncheres obscura.
Fig. 10. Vordere Extremität
Fig. 11. Oberschenkelbein
Fig. 12. Hintere Extremität

Tab. III.

Fig. 1. Eliomys melanurus }
Fig. 2. Mus russatus } in natürlicher Grösse.

Tab. IV.

Fig. 1. Dipus aulacotis in halber Grösse: darunter das Ohr in ganzer.

Fig. 2. Dipus macrotarsus in ganzer Grösse.

Fig. 1

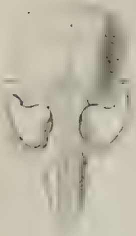


Fig. 2

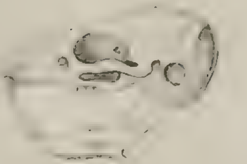


Fig. 3

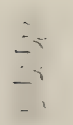


Fig. 4

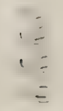


Fig. 5

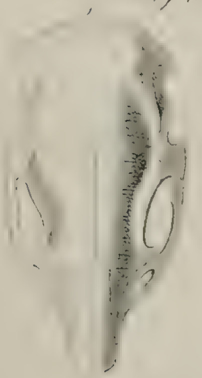


Fig. 6

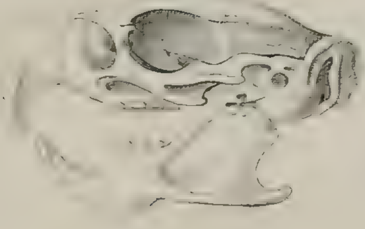


Fig. 7

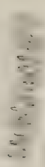


Fig. 8

Fig. 11

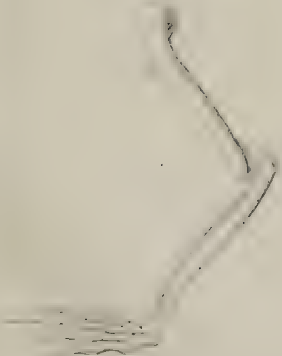


Fig. 9

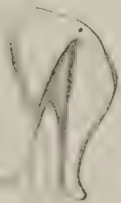


Fig. 11.

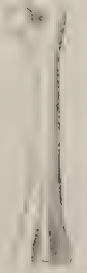
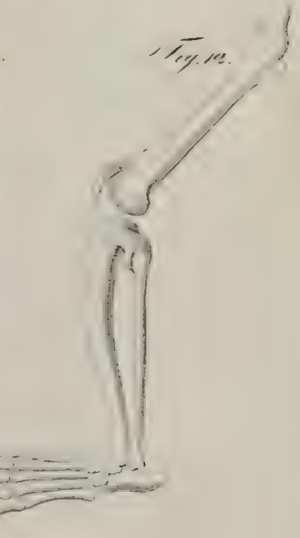


Fig. 12.



C. Weber del. et lit.

Fig. 1–4. Myoxus (Eliomys) melanurus. Fig. 5–12. Lonchères obscura

BRITISH
NATURAL HISTORY

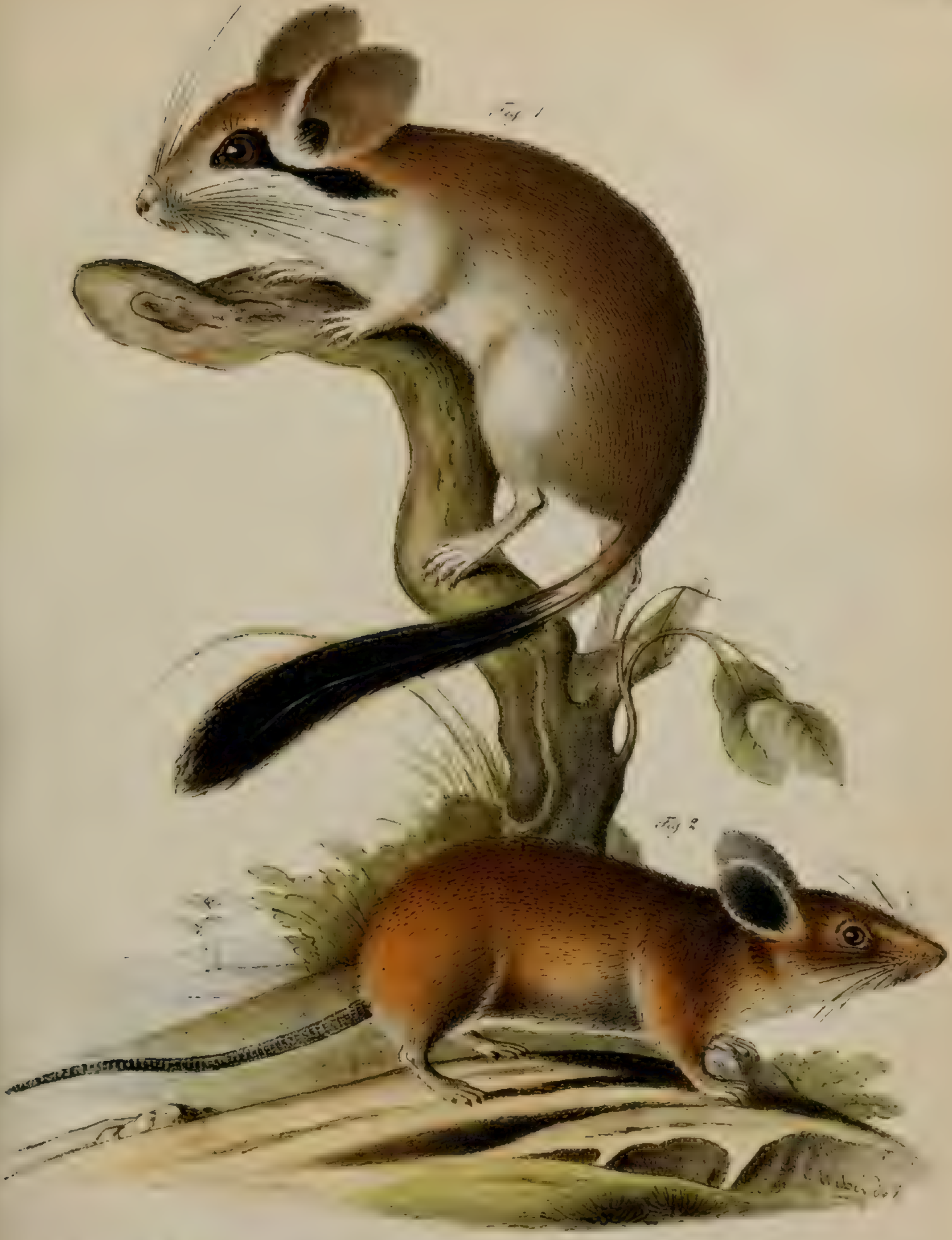


Fig 1
Fig 2
C. Weber del.

Fig 1. Myoxus (Eliomys) melanurus.   Fig 2. Mus russatus.

Abhandl. der mathem. physic. Klasse. Bd. III.   Zu A. Wagner's Nagern

BRITISH
NATURAL HISTORY

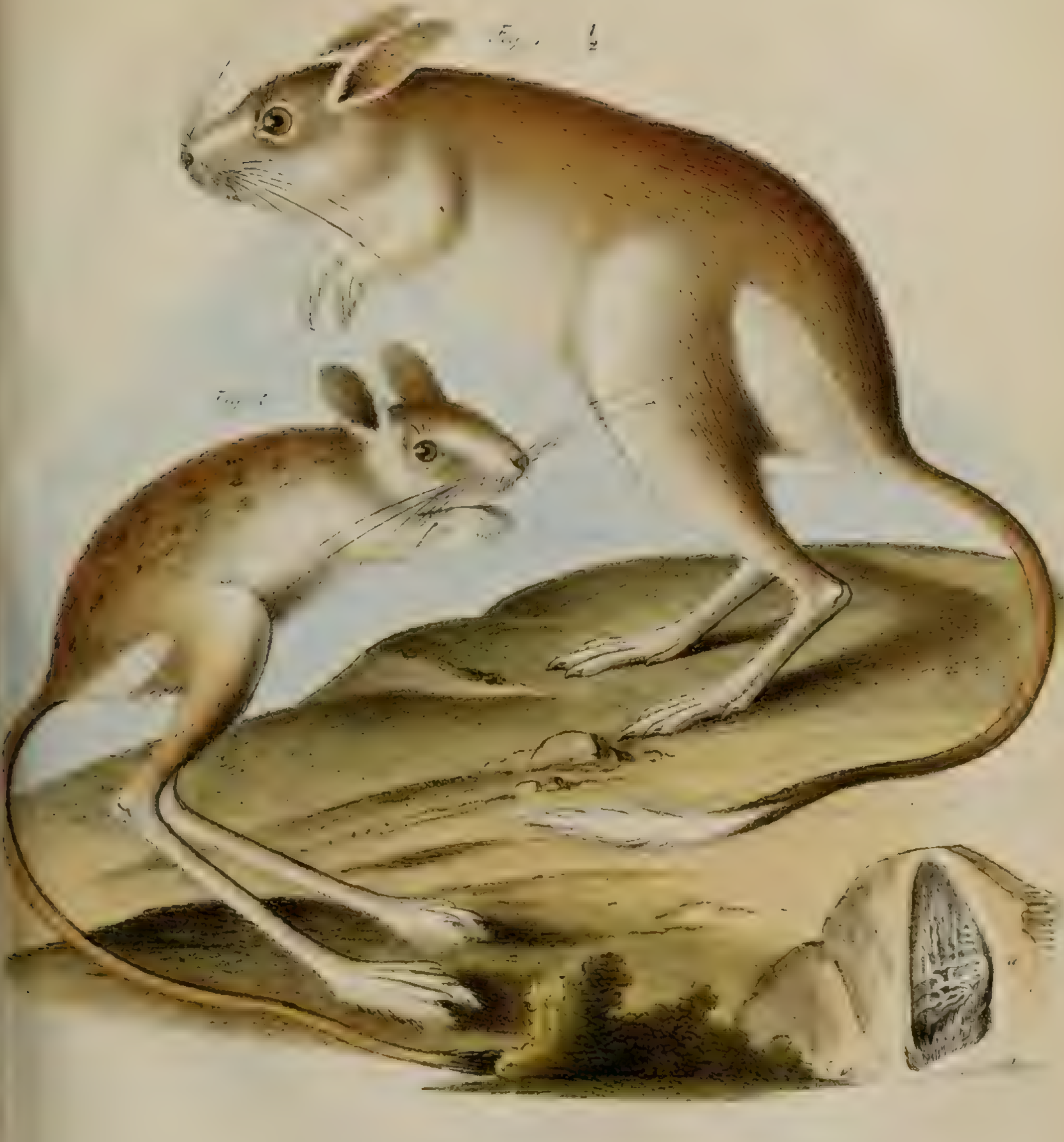


Fig. 1 Dipus auritus. Fig. 2 Dipus macrotarsus.

andl. der mathem: physic. Klasse Bd. III.
Zu A. Wagner's Nagern

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.

PLANTARUM

NOVARUM VEL MINUS COGNITARUM,

QUAE

IN HORTO BOTANICO HERBARIOQUE REGIO MONACENSI SERVANTUR,

FASCICULUS QUARTUS.

DESCRIPSIT

Dr. JOS. GER. ZUCCARINI.

PLANTARUM

NOVARUM VEL MINUS COGNITARUM, QUAE IN HORTO BOTANICO HERBARIOQUE REGIO MONACENSI SERVANTUR,

FASCICULUS QUARTUS.

Descripsit

Dr. *JOS. GER. ZUCCARINI.*

XEROTIDEAE ET KINGIACEAE ENDL.

DASYLIRION ZUCCAR.

Dioecia Hexandria Linn. Syst. sex.

Character differentialis.

Dioica. *Floribus masculis: Perigonium* hexaphyllum foliolis petaloideis biseriatis. *Stamina* sex, toro affixa, libera; filamenta medio incrassata, basi intus glandula munita; *antherae* dorso affixae. *Ovarii* rudimentum nullum. *Flores foeminei* nondum observati. *Capsula* trilocularis loculis bivalvibus monospermis vel *samara* trialata abortu unilocularis monosperma.

Character naturalis.

Dioica. ***Floribus masculis: Perigonium*** hexaphyllum vel ad basin usque sexpartitum; foliola biseriata, petaloidea; exteriora tria plerumque parum breviora, aestivatione subaperta. *Stamina* sex, toro affixa, perigonii foliolis opposita, inter se libera; *filamenta* medio incrassata, utrinque attenuata, ima basi glandulis mellifluis munita, quae in centro floris confluentes ovarii sexlobi rudimentum simulant; *antherae* dorso affixae et ad insertionem usque cordato-bilobae, quadriloculares loculis univalvibus per paria lateraliter dehiscentibus. ***Pollen*** oblongum, rima longitudinali hinc exaratum. ***Ovarii*** rudimentum nullum. ***Flores foeminei*** nondum observati. ***Fructus*** basi perigonio persistente cinctus, stylo simplici stigmateque trilobo coronatus, vel capsularis, trilobus, trilocularis loculis monospermis omnibus fertiiibus aut uno alterove inani, bivalvibus, valvulis loculicidis membranaceis, vel samaraceus indehiscens trigonus trialatus et (abortu loculorum duorum) semper monospermus. ***Semina*** erecta, trigona vel subglobosa; ***testa*** simplex, membranacea, hinc raphe percursa, vertice in chalazam terminata; ***tunica interior*** non separanda. ***Albumen*** carnosum. ***Embryo*** erectus, cylindricus, centralis, ab hilo adverticem seminis fere extensus.

Habitus. Plantae perennes, polycarpicae, defloratae per gemmas axillares innovatae, acaules vel caulescentes trunco simplici lignescente humili, radicibus plurimis fibrosis simplicibus, foliis numerosissimis in vertice caulis comam densam hemisphaericam constituentibus indivisis linearibus integerrimis vel spinoso-dentatis basi dilatatis, apice jam novellis aridis et serius in fibrarum emarcidarum fasciculum solutis, laxis et soepius valde elongatis pendulis vel brevioribus rigidis et erectis, glabris, scapis terminalibus brevi tempore evectis, floribus paniculatis numerosissimis dense congestis parvis dioecis, fructibus capsularibus vel samaraceis oligospermis.

Statio et habitatio. Species omnes hucusque cognitae in imperii mexicani regionibus temperatis occurrunt. Amant locos apricos siccos, ubi Agavis, Fourcroyis, Yuccis aliisque Liliaceis et Cacteis mixtae proveniunt, hortis nostris in tepidario colendae.

Etymologia. Nomen e graeco *δασὺς*, densus, et *λείριον*, Lilium.

Der botanische Garten in München verdankt die vier Arten, welche mit Wahrscheinlichkeit zu der Gattung gezogen werden können, der Güte des Herrn Baron von Karwinski, welcher die Samen aus Mexiko einschickte. Die Aehnlichkeit des Habitus veranlasste, dass man sie längere Zeit als Yucca-Arten aufführte, da die Samen vor dem Anbau leider nicht genau genug beobachtet worden waren. Erst als im Jahre 1838 die hier beschriebene Art zum ersten Male blühte, liess sich erkennen, dass man bisher nicht allein die Gattung, sondern selbst die Familie verkannt habe, welcher diese Pflanzen angehören. Bald darauf fand ich in dem Herbarium aus Mexiko von *Andrieux* die männlichen Blüthen der zweiten Art, der *Yucca serratifolia Karw.*, und vor wenigen Tagen fanden sich glücklicher Weise unter den alten Samenvorräthen des hiesigen Gartens auch noch Früchte von dieser sowohl als von *Yucca longifolia Karw.* Da ich demnach männliche Blüthen von *Yucca graminifolia Zuccar.* und *serratifolia Karw.*, und von dieser letztern so wie von *Y. longifolia Karw.* die Früchte untersuchen konnte, so halte ich damit den Character der Gattung Dasylirion für hinreichend begründet, wenn gleich die weiblichen Blüthen noch nicht beschrieben sind. Ob *Yucca acrotriche Schiede* ebenfalls hieher gezogen werden müsse, wage ich, da Blüthe und Frucht noch ganz unbekannt sind, nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Doch spricht der Habitus und vor allem das der ganzen Gattung zukommende eigenthümliche Vertrocknen und Zerfasern der Blattspitzen, welches bei dieser Art am deutlichsten hervortritt, sehr für die Vermuthung. Wahrscheinlich ist auch ausserdem die Gattung viel reicher an Arten, als man bisher glaubt. So scheinen schon jetzt in den Gärten unter denselben Namen verschiedene noch nicht genau geschiedene Species zu existiren. *Yucca longifolia* des botanischen Gartens in Wien z. B. ist eine ganz andere Pflanze als die gleichnamige der hiesigen Sammlung, und auf ähnliche Weise erklärt der Herr Fürst von Salm-Dyck (Hort. Dyck p. 373) die *Yucca acrotriche* des Gartens zu Madrit für sehr verschieden von der in den deutschen Gärten vorkommenden Art. Endlich erhielten wir ganz kürzlich durch die Güte Sr. Exzellenz des Herrn Generallieutenants von Welden die Früchte zweier Arten aus Mexico, welche von den uns bisher bekannten ebenfalls entschieden abweichen. Die nächste Zukunft mag entscheiden, ob demgemäss die Gattung Dasylirion bereits acht Arten zähle.

Ob sie nach dem Fruchtbau selbst wieder in zwei Gattungen zerfallen müsse oder nicht, lassen wir dahingestellt. Merkwürdig ist es allerdings, dass bei *Yucca longifolia Karw.* und bei *Yuccae spec.* aus Actopan (von Baron von Welden) die Frucht eine dreifächerige Kapsel mit zweiklappigen wenigsamigen Fächern, dagegen bei *Yucca serratifolia Karw.* und bei *Yuccae spec.* aus Barranca secca eine dreiflügelige einsamige Samara ist. Die Definitionen sind vorläufig bei zwei Arten näher zu bestimmen, wie folgt:

Dasylirion longifolium Zuccar. et Karw.

D. foliis longissimis planis flaccide pendulis linearibus longissime acuminatis apice aridis et paullum in fibras solutis, margine asperrime serrulatis, striatis, supra glaucescenti — subtus flavescenti-viridibus, capsulis trilocularibus, loculis bivalvibus monospermis, seminibus subglobosis.

Yucca longifolia Karw. in Schultes Syst. Veget. vol. VII. 2. p. 1715. — Dasylirion longifolium Zuccar. in Otto allgem. Gartenzeitung 1838. Nr. 33 et 38.

Dasylirion serratifolium Karw. et Zuccar.

D. foliis e basi valde dilatata cauli adpressa lineari-ensiformibus acuminatis apice aridis et in fibras paucas validas solutis striatis subtus scabridis, margine spinis validis luteis antrorsum curvatis armatis et has inter serrulatis, glaucis, florum masculorum panicula ramosissima laxa, bracteis abbreviatis vel evanidis, capitulis seu fasciculis florum remotiusculis 6 — 12-floris, samaris trialatis membranaceis monospermis, seminibus globoso-trigonis.

Yucca serratifolia Karw. in Schultes Syst. vol. XII. 2. p. 1716. — Dasylirion serratifolium Zuccar. in Otto Gartenzeitung l. c.

Wir kennen, wie schon erwähnt, die Blüthen dieser Art nur aus dem Andrieux'schen Herbarium. Die Blüthenrispe ist viel lockerer, die Aeste derselben viel länger und entfernter, die Hauptdeckblätter sehr gekürzt, oft kaum sichtbar, die Blüthen in einzeln gestellten kleinen Köpfchen oder Kätzchen bis zu 12 zusammengehäuft und die Blumenstiele länger als die Bracteolen.

1. *Dasylirion graminifolium Zuccar. Tab. 1.*

D. subacaule, foliis linearibus longe attenuatis laxis apice aridis et tandem in fibras solutis margine spinis parvis remotis armatis et has inter denticulatis, supra canaliculatis subtus carinatis, panicula mascula compacta ramis brevibus, inferioribus bracteis brevioribus, fasciculis florum trifloris, pedicellis quam bracteolae brevioribus.

Yucca graminifolia Zuccar. in Catalogo hort. Monac. pro 1837. — Dasylirion graminifolium in Otto allgem. Gartenzeitung. 1838. Nr. 33 et 38.

Radix primaria nulla, secundariae plurimae perpendiculares subsimplices fibrosae albidae. *Caulis* brevissimus, in bulbi subglobosi foliorum emarcidorum rudimentis obtecti speciem reductus, 3—4″ diametro metiens, virgineus simplicissimus, praefloratus tandem prolifer. *Folia* numerosa, in comam orbicularem 4 — 5′ diametro metientem congesta, juniora erecta, stricta, adultiora laxa et patentia vel reflexa, basi dilatata cauli et sibi invicem arcte adpressa, linearia, longissime attenuata, apice jam novella arida, tandem ut in *D. acrotriche* in fibras solidas setae porcinae crassitie 6 — 8 divisa, margine spinulis parvis parum antice spectantibus remotis obsita et inter eas denticulata, supra concava subtus convexa et carinata, tenuiter striata et impressionibus dentium foliorum praecedentium notata, firma, 3 — 4′ longa, 6‴ circiter lata. *Caulis* floriferus terminalis, herbaceus, sexpedalis vel altior, simplex, stricte erectus, teres vel superne angulatus, glaber, crassitie digiti, uti in Agavis Yuccisque brevi tempore in altum evectus, foliosus; folia inferiora radicalibus conformia, attamen multo breviora et angustiora, basi sensim dilatata et subvaginante oblonga membranaceo-arida albida caulem obtegentia, erecta, apice revoluta; a medio caulis apicem versus haec folia mutantur in *bracteas* iterum sensim decrescentes alternantes, erecto-patentes, totas membranaceas, aridas, albidas, glabras, quarum inferiores lanceolatae longe acuminatae tri-quadripollicares, superiores multo breviores, tandem vix semipollicares et inter ramulos paniculae occultae, ovatae, acutiusculae, concavae. *Flores* in racemum compositum seu paniculam basi interruptam superne continuam anguste oblongam vel subcylindricam circiter bipedalem congesti; *racemuli* inferiores remotiores, bracteis e quarum axilla proveniunt breviores, compositi, disticbe ramosi, ramis lateralibus duobus vel saepius quatuor, singulis bracteola adpressa ovato-oblonga irregulariter lacinulata alba subhyalina nonnunquam fere evanida suffultis, cylindricis obtusis circiter pollicaribus, terminali longiori fere bipollicari ceterum lateralibus conformi; racemuli superiores plerumque simplices, bracteis multo longiores, approximati et dense sibi adpositi; rachis angulata, glabra, flavescenti-albida, jam a basi floribus dense obsita. *Flores* subfasciculati, terni vel abortu bini solitariive, bracteolis obvallati, e quarum axillis singuli proveniunt; *bracteolae* late ovatae, acutiusculae, irregulariter fissae et lacinulatae, albidae vel apicem versus saepe punctulis violaceis adspersae, floribus breviores; pedicelli bracteis breviores, teretes, glabri, supra medium parum incrassati ibique articulati. *Perigonium* hexaphyllum, petaloideum, tandem ex articulatione pedunculi totum delabens; *foliola* biseriata, exterioribus parum brevioribus et angustioribus, primum erecta, demum patentia, obovato-oblonga, obtusa et apice irregulariter lacinulata, ceterum integerrima, glabra, flavescenti-albida, ante anthesin praesertim apicem versus saepe violaceo-punctata; aestivatio valvatim subaperta, vertice tantum imbricativa. *Stamina* sex, foliolis perigonii opposita et in eorum ima basi affixa; *filamenta* erecta, nunquam inflexa, teretia, crassa, infra antheram valde attenuata, alba, glabra, singula ima basi glandula subglobosa vel elliptica convexa sulco levi exarata nectariflua aucta, quae glandulae in centro floris confluentes ovarii sexlobi rudimentum simulant; *antherae* dorso affixae, ovato-oblongae, basi profunde cordatae, quadriloculares loculis per paria lateraliter dehiscentibus, (effoetae quoque) sulfureae; *pollen* ellipticum, utrinque acutiusculum, hinc sulco longitudinali exaratum, tenuissime reticulato-cellulosum. *Ovarii* rudimentum nullum. *Flores foeminei* desiderantur.

Crescit in imperii mexicani regionibus temperatis locis apricis siccis. Floret in caldariis nostris Julio, Augusto. ♄.

Explicatio Tabulae 1.

I. *Dasylirion graminifolium*, ad $\frac{1}{3}$ magn. nat. diminutum. Fig. 1. Paniculae ramulus magn. nat. 2. Pars racheos cum bracteolis et pedicellis, a. 3. Alabastrum floris masculi, a. 4. Ejusdem perigonii foliolum, a. 5. Stamen, a. 6. Flos masculus apertus, a. 7. 8. Stamina ex alabastro, a. 9. Torus floris masculi, staminum basin glandulasque centrales monstrans. 10. Pollen. 11. Idem madefactum, o. a. II. *Dasylirion longifolium.* Fig. 1. Capsula, aucta. 2. Semen magn. nat. 3. Idem auctum. 4. Idem longitudinaliter dissectum, a. III. *Dasylirion serratifolium.* Fig. 1. Samara, a. 2. Semen magn. nat. 3. Idem, a. 4. 5. Idem longitudinaliter et transversim dissectum, a. IV. *Dasylirii acrotriches* folii pars superior.

Wir können diese interessante Gattung nicht verlassen, ohne noch einmal auf die eigenthümliche Zerfaserung der Blattspitzen aufmerksam zu machen. Gleich bei dem Aufsprossen, noch lange, bevor die Blätter ihre volle Grösse erreicht haben, erscheinen ihre Spitzen schon völlig trocken, und beginnen sich dann in zwei Schichten zu lösen, deren obere aus der flachen Oberseite, die untere dagegen aus der gewölbten Unterseite des Blattes fortsetzt. Zugleich fangen die parallelen Faserbündel, aus welchen diese Schichten bestehen, an sich von einander zu trennen und bilden einen schirmförmigen, meistens etwas gedrehten Büschel, welcher die grösste Aehnlichkeit mit dem noch nicht völlig entwickelten Blatte der Fächerpalmen zeigt, wenn man sich dieses nämlich in dem Zustande denkt, wo die einzelnen Blättchen oder Lappen, zwar schon von einander gesondert, aber selbst noch nicht ausgebreitet, sondern längs der Mittelrippe zusammengefaltet sind. Deutlich entspricht so die obere Schichte des Blattes von *Dasylirion (Fig. a)* dem Theile des Palmenwedels, welcher gewöhnlich *ligula* genannt wird, und eigentlich das Komplement oder die vordere und verkümmerte Hälfte eines *folii peltati* ist. Eben so unverkennbar ist die Analogie der unteren Faserschichte mit dem ausgebildeten Blattheile der Fächerpalmen. Man kann demnach sagen, die Gattung *Dasylirion* hat nur Blattstiele, auf welchen eine schildförmige tiefgeschlizte Blattfläche zwar angedeutet erscheint, aber nie zur wahren Entwicklung gelangt, und regelmässig bereits in frühester Jugend vertrocknet. Sollte nicht das so häufige Vertrocknen oder auch bis zur Dornbildung Verholzen der Blattspitzen bei so vielen Monokotyledonen mit parallel-nervigen Blätter auf einen ähnlichen Vorgang hinweisen? Sollten nicht allen diesen und selbst den meisten Palmen eigentlich nur modificirte Blattstiele, nicht selten in fiedriger Zusammensetzung, zukommen? Wir werden diese Erscheinung bei einer andern Gelegenheit noch näher ins Auge fassen.

LILIACEAE JUSS.

BULBILLARIA. ZUCCAR.

Hexandria Monogynia Linn. Syst. sex.

Character differentialis.

Perigonium hexaphyllum, petaloideum, inferum. *Stamina* sex, libera, toro affixa. *Ovarium* longe stipitatum, triloculare. *Stylus* unicus stigmate truncato-tridentato.

Character naturalis.

Perigonium inferum, hexaphyllum; *foliola* biseriata, petaloidea, inter se aequalia, utrinque attenuata, patentia, aestivatione alternativa. *Stamina* sex, toro affixa, inter se libera; *filamenta* filiformia, glabra, aequalia; *antherae* erectae (basi affixae), globoso-subbilobae, anticae, quadriloculares. *Ovarium* longe stipitatum, stipite subclavato, obtuse trigonum, triloculare, loculis 12 — 18-ovulatis ovulis in angulo centrali biseriatis. *Stylus* erectus, triangularis *stigmate* truncato subtrilobo. *Capsula* desideratur. ***Habitus.*** Planta herbacea, bulbosa, habitu Gagearum, bulbo simplici tunicato, foliis radicalibus nullis, caulino unico lineari, racemi compositi fastigiati ramulis unifloris bracteatis, bracteis linearibus foliaceis bulbillos globosos in axillis foventibus.

Statio et habitatio. Unica species hucusque cognita in subalpinis umbrosis montis Libani v. g. in Cedrorum luculo inventa est.

2. *Bulbillaria gageoides Zuccar. Tab. 2. I.*

B. glabra, bulbo tunicato, foliis radicalibus nullis, caulino unico sessili lineari acuminato, racemi compositi ramis subfastigiatis elongatis unifloris bracteatis, bracteis foliaceis linearibus in axillis bulbilliferis.

Bulbus simplex magnitudine nucis Avellanae minoris, tunicatus tunicis solidis castaneis glabris. ***Folia*** radicalia nulla. ***Caulis*** erectus, tenuis, teres, glaber 4 — 6 pollices longus, basi simplex et aphyllus, superne *folio* munitus unico amplectente sessili lineari acuminato integerrimo glabro nervis pluribus parallelis tenuibus percurso, 3 circiter pollices longo, 3 — 6''' lato, inde apicem versus solutus in inflorescentiam racemoso-fastigiatam; *ramuli* erecto-patentes subflexuosi teretes glabri, simplices et uniflori vel irregulariter ramosi, *bracteis* obsessi 3 — 7 alternis remotis sessilibus basi subvaginantibus linearibus acuminatis integerrimis glabris sursum sensim decrescentibus, in axillis *bulbillos* foventibus solitarios vel 2 — 6 aggregatos globosos crassitie grani Brassicae solidos acutos vel bidentatos. *Flores* solitarii, erecti, parvi, magnitudine fere ut in *Gagea bulbifera*. *Perigonium* inferum, hexaphyllum; *foliola* biseriata aestivatione alternativa (interiora ab exterioribus obtecta), petaloidea, erecto-patentia, obovato-oblonga, utrinque attenuata, acuta, integerrima, glabra, tenuiter uninervia, inter se subaequalia, pallide flava, persistentia. *Stamina* sex, toro affixa, inter se libera, persistentia; *filamenta* erecta, subulata, glabra, petalis parum breviora; *antherae* basi affixae globoso-subbilobae, apice emarginatae, anticae, quadriloculares. *Ovarium* superum, stipite ipsius longitudine subclavato tereti insidens, obtuse trigonum, vertice subretusum, glabrum, triloculare, multiovulatum, ovulis circiter 12 — 20 in quovis loculo biseriatis angulo centrali affixis horizontalibus. *Stylus* simplex, stricte erectus, obsolete trigonus, glaber, stamina aequans vel parum superans, *stigmate* truncato obsolete tridentato. *Fructus* non observatus.

Crescit in subalpinis umbrosis montis Libani, ibidem florifera lecta a clar. Dr. Roth et Erdl mense Maji. ♃

Explicatio Tab. 2. I.

Bulbillaria gageoides. Fig. 1. Paniculae ramulus inferne bulbillos, apice florem gerens, a. 2. Flos, a. 3. Petalum. 4. Stamen. 5. Pistillum stipitatum, o. a.

Diese schöne Pflanze, welche bei aller Verwandtschaft mit *Gagea bulbifera* doch wegen des langgestielten Fruchtknotens als eigne

Gattung aufgeführt zu werden verdient, wurde von den Herrn Dr. Roth und Erdl Anfangs Mai 1838 am Libanon blühend gefunden. Sie bildete einen Bestandtheil der Frühlingsflora, welche sich unter dem Schutze der wenigen noch übrigen Cedern so eben entfaltete. Die Zusammensetzung dieser Vegetation erinnert bei manchem Eigenthümlichen doch auch, was die Gattungen anbelangt, viel an die Frühlingsflora unserer Voralpen, scheint aber eine grosse Anzahl noch unbekannter Arten zu umfassen. Zum Belege hiefür fügen wir das Verzeichnis der übrigen am 4. Mai in dem Cedernwäldchen blühend gesammelten Pflanzen hier bei: *Hordeum bulbosum L.*, *Anthericum graecum L.*, *Gagea minima R. S.*, *Puschkinia libanotica Zuccar.*, *Salvia Horminum L.*, *Lamium n. sp.*, *Phlomis n. sp.*, *Moltkea libanotica Zuccar.* *Myosotis n. sp.*, *Plantago Lagopus L.*, *Vinca libanotica Zuccar.*, *Bupleurum 3 spec.*, *Thlaspi sp.*, *Alyssum sp.*, *Geranium sp.*, *Corydalis triternata Zuccar.*, *C. Erdelii Zuccar.* Am Fusse des Gebirges blühte *Amygdalus arabica Oliv.* und die Wälder der Abhänge bestanden grossentheils aus *Pinus bruttia Tenore*, welche demnach in den Abruzzen nur ihrer nördlichste Gränze, ihre weitere Verbreitung aber über einen grossen Theil des Orients zu haben scheint.

3. *Allium hirsutum Zuccar. Tab. 2. II.*

A. bulbo simplici tunicato, caule tereti basi folioso, foliis 3—4 linearibus planis acutis aeque ac vaginae dense hirtis, umbella hemisphaerica 20 — 30 - radiata radiis inaequalibus, spatha brevi marcescente bifida, perigonii foliolis aequalibus ovato-lanceolatis acutis patentibus, staminibus inter se liberis basi parum dilatatis sursum subulatis, perigonio multo brevioribus.

Bulbus magnitudine nucis Avellanae, simplex, globosus, tunicis albis vestitus. *Folia* in inferiore caulis parte tria vel quatuor summo breviore et angustiore, linearia, acuta, integerrima, plana, nec canaliculata nec carinata, utrinque aeque ac vaginae extus pilis simplicibus patentibus albis dense hirta, pedalia, 2—3''' lata. *Caulis* basi foliosus, superne nudus, centralis, erectus, teres, glaber, crassitie culmi Tritici, foliis vix longior. *Umbella* 20—30-radiata, hemisphaerica; *radii* inaequales, patentes, stricti, tenues, teretes, glabri, pollicares vel breviores. *Spatha* monophylla, brevis, membranacea, nervosa, arida, sursum bifida, laciniis lanceolatis acutis. *Perigonium* ad basin usque sexpartitum, hypogynum; *foliola* inter se aequalia, ovato-lanceolata, acuta, integerrima, uninervia, glabra, alba, patentia, 3''' circiter longa. *Stamina* sex, hypogyna, inter se libera, petalis dimidio breviora; *filamenta* basi parum dilatata et incrassata, subulata, glabra, alba, alterna parum breviora; *antherae* dorso affixae, oblongae, obtusae, basi emarginatae, antice quadriloculares. *Ovarium* globosum, obtuse trigonum, glabrum, triloculare loculis pauciovulatis; *stylus* simplex, teres, strictus, glaber, staminibus longior, stigmate inconspicuo obsolete tridentato.

Crescit in **Palaestina** *prope* **Hebron** *(Iter Schubert).* **Floret** *Martio.* ♃

Species *A. subhirsuto Don* aliisque a cl. Schultes in generis sectione §. 9. b. enumeratis affinis, foliorum hirsutie vero satis distincta.

Explicatio Tab. 2. II.

Allum hirsutum. Fig. 1. Flos auctus. 2. Petalum. 3. Stamen. 4. Pistillum cum stamine, o. a.

4. *Allium Schubertii. Zuccar.* Tab. 3. I.

A. foliis? scapo tri — quadripedali tereti stricto, umbella amplissima capsulifera polygama, 150 — 200-radiata, spatha brevi arida plerumque trifida, laciniis obtusis, radiis valde inaequalibus, fertilibus brevioribus, sterilibus elongatis 7 — 8-pollicaribus, perigonii laciniis lineari-lanceolatis acutis, staminibus basi in cupulam connatis omnibus planis apice subulatis, perigonio dimidio brevioribus.

Bulbus? Folia? *Scapus* tri — quadripedalis, crassitie digiti, teres, glaber, apice incrassatus et explanatus in discum convexum cui radii insident. *Spatha* brevis, arida, plerumque trifida, laciniis late ovatis acutiusculis vel obtusis membranaceis multinerviis sordide ex albo fuscentibus. *Spathellae* nonnullae breves, lineares, membranaceae ad basin radiorum exteriorum. *Umbella* congenerum sane maxima, diametro 14 — 15 pollices metiens, polygama, capsulifera, 150 — 200 - radiata, hemisphaerica; *radii* valde inaequales, breviores flores fertiles ferentes sesqui — quadripollicares, longiores, quorum flores maxima ex parte steriles, 6 — 8 pollices longi; omnes teretes, stricti, glabri, apice infra florem parum incrassati. *Perigonium* inferum, ad basin usque sexpartitum; *foliola* lineari-lanceolata et exteriora parum latiora, apicem versus attenuata, acuta, integerrima, uninervia, 4 — 5''' circiter longa, glabra, sicca violacea, revoluta, undulata. *Stamina* fundo perigonii adhaerentia eoque dimidio breviora; *filamenta* basi inter se in cupulam brevem connata, superne plana, apice subulata, ovarium superantia; *antherae* dorso affixae, oblongae, obtusae, antice quadriloculares. *Ovarium* globoso-subtrigonum angulis rotundatis, vertice parum depressum, glabrum, triloculare, loculis pauciovulatis. *Stylus* teres, strictus, glaber, stamina superans *stigmate* parvo obtuso. *Capsula* globosa, pergameno-sicca, trilocularis, trivalvis, valvulis loculicidis. *Semina* abortu solitaria, erecta, obovata, testa rugosa, atra.

Crescit in Palaestinae planitie Jesreel prope Nazareth. Floret Aprili (Iter Schubert). ♃.

Explicatio Tab. 3. I.

Fig. 1. Flos, a. 2. Stamen, a. 3. Capsula, a. 4. Semen, a.

Unstreitig die grösste bisher bekannte Art der Gattung. Leider gestatteten die Exemplare nicht, Zwiebel und Blätter zu beschreiben, doch sind glücklicher Weise aus den in einigen Kapseln der fruchtbaren Blüthen enthaltenen Saamen im hiesigen Garten junge Pflänzchen erwachsen, welche uns für die Zukunft die vollständige Kenntniss der Species hoffen lassen. Am nächsten verwandt ist sie jedenfalls mit den von *Schultes Syst. Veget. VII. 2. §. 9. c. d. p. 1108 seq.* aufgeführten *A. caspium M. B.* und *A. siculum Ucria.*

5. *Allium Rothii Zuccar.* Tab. 4.

Allium foliis numerosis lorato-lanceolatis acutis ecarinatis planis in margine undulato denticulato — scabris ceterum glabris, scapo nudo tereti, spatha brevi marcescente trifida, umbella capsulifera densa multiflora convexa, perigonii laciniis lineari-oblongis obtusis, filamentis ima basi inter se connatis valde dilatatis pyramidalibus apice subulatis perigonio parum brevioribus.

Bulbus? Folia radicalia numerosa lorato-lanceolata, in speciminibus sponte nascentibus flexuosa, undulata, 6 — 8'' longa, 4 — 5''' lata, in cultis late linearia plana vel vix concava, nec carinata nec canaliculata, procumbentia, pedem et quod excedit longa, 6 — 8''' lata, in utrisque acuta, margine tenuissime denticulato-scabra, ceterum glabra, glaucescentia. *Scapus* centralis, nudus, teres, 6 — 15'' altus, crassitie pennae corvinae vel anserinae, superne parum incrassatus. *Spatha* brevis, membranacea, marcescens, basi simplex superne trifida, laciniis quam radii brevioribus triangularibus patentibus albidis nervoso-striatis glabris. *Umbella* multiflora, densa, convexa, 50-radiata, radiis inaequalibus omnibus adscendentibus vel praesertim fructiferis stricte erectis teretibus glabris infra florem subincrassatis. *Flores* fragrantes. *Perigonium* ad basin usque sexpartitum, persistens; *foliola* horizontaliter patentia, tandem reflexa, lineari-lanceolata obtusa integerrima glabra albida vel violacea, basi et extus rubro-suffusa et linea dorsali virente percursa, plana vel apicem versus parum concava. *Stamina* basi corollae inserta, persistentia, petalis parum breviora, patentia; *filamenta* ima basi inter se connata, valde dilatata et incrassata, superne attenuata (tria ovarii dissepimentis opposita parum latiora), glabra, atropurpurea; *antherae* dorso affixae, oblongo-ellipticae, obtusae, basi emarginatae, atropurpureae, antice quadriloculares, *polline* laete viridi farctae. *Ovarium* superum, depressum, obtuse triangulare angulis rotundatis, sexsulcatum, glabrum, nitidum, atrovirens vel nigricans, triloculare, ovulis 4 — 6 biseriatis in quovis loculo. *Stylus* erectus, cylindricus, glaber, purpureus, stamina parum superans, persistens, *stigmate* inconspicuo obsolete tridentato albido. *Capsula* parva, pergamena, trisperma, *seminibus* obovatis, testa rugosa atra.

Crescit in Palaestina prope Hebron. Floret Martio. (Iter Schubert). v. v. et s. ♃.

Explicatio Tab. 4.

1. Planta sponte nascens. 2. Eadem in horto culta. 3. Flos auctus. 4. Idem a vertice. 5. Pistillum, a. 6. Ovarium transversim dissectum, a.

6. *Allium Erdelii Zuccar.* Tab. 5.

Allium bulbo simplici, foliis duobus vel tribus linearibus acutis concavis glabris vel tenuissime ciliatis, scapo centrali tereti glabro, umbella capsulifera 15—30-flora fastigiata pedunculis inaequalibus, spatha brevi membranacea tri-quadrifida, petalis oblongo-lanceolatis obtusis saepius crenulatis glabris, staminibus inter se liberis petala superantibus subulatis.

Bulbus simplex, magnitudine nucis Avellanae. *Folia* 2 — 3, linearia, acuta, integerrima, canaliculata absque carina subtus prominente, glabra vel passim pilosa et ciliata, glaucescentia, 8 — 12‘‘ longa, 3‘‘‘ circiter lata. *Caulis* basi tantum foliosus, sursum nudus, teres, glaber, erectus, 6 — 12‘‘ altus, penna corvina tenuior. *Spatha* brevis, membranacea, arida, sordide albida, basi indivisa sursum tri- vel quadrifida laciniis lanceolatis acutis, nervo distincto percursis patentibus. *Umbella* 10 — 30-radiata, fastigiata, radiis omnibus erectis inter se inaequalibus teretibus glabris, longioribus 18, brevioribus 8 — 10‘‘‘ longis apice non incrassatis. *Flores* inodori, magnitudine et figura eorum *Allii striati*. *Perigonium* hexapetalum, inferum, persistens; *petala* oblongo-lanceolata, obtusa et apice plerumque irregulariter crenata ceterum integerrima, glabra, erecta vel erecto-patentia, ex albo pallide flavescentia et nervo medio saturatiori percursa, basi virentia, interiora tria parum angustiora et longiora. *Stamina* sex, hypogyna, inter se omnino libera, petala superantia; *filamenta* stricte erecta, subulata, crassiuscula, glabra, flavescenti-alba, alterna (loculis opposita) parum breviora; *antherae* dorso affixae, oblongae, antice quadriloculares loculis longitudinaliter univalvibus, aureae. *Ovarium* globoso-subtrigonum angulis rotundatis, obsolete sexsulcatum, glabrum, pallide virens, triloculare, ovulis duobus erectis in quovis loculo. *Stylus* erectus, cylindricus, strictus, glaber, albidus, stamina longiora aequans vel denique superans; *stigma* distincte capitato-incrassatum, breviter trilobum laciniis erectis conniventibus albis.

Crescit in Palaestina prope Hebron. Floret Aprili. (Iter Schubert). ♃.

Explicatio Tab. 5.

Fig. 1. Flos. 2. Petalum. 3. Genitalia. 4. Stamen a facie et a dorso. 5. Pistillum. 6. Ovarium a vertice, resecto stylo. 7. Idem transversim dissectum, omnia aucta.

Allio striato Jacq. et odoratissimo Desf. ex divisione *Ornithogalodeorum* proximum sed ab utroque staminibus exsertis diversum. Variat foliis glabris vel tenuiter pubescentibus et ciliatis. In speciminibus sponte nascentibus scapi saepius gemini ex uno bulbo, humiliores, folia angustiora et breviora, umbellae divitiores 30—40-radiatae.

7. *Puschkinia libanotica Zuccar.*

P. foliis radicalibus geminis altero latiori, scapis uni — quinquefloris, corollae campanulatae corona urceolata 12-dentata, dentibus alternis sex simplicibus facie antheriferis, reliquis sterilibus bifidis, antheris dentes aequantibus.

Bulbus simplex, tunicatus, magnitudine nucis Juglandis minoris. *Folia* radicalia plerumque duo, subopposita, exteriori latiori lineari-lanceolato obtuse cuspidato, integerrima, glabra, plana, scapum aequantia. *Scapi* teretes, erecti vel nutantes, solitarii, glabri, spithamei, uni — quinqueflori, floribus in racemum simplicem secundum dispositis; *pedunculi* florem subaequantes, filiformes, glabri, ex axilla bracteolae minutissimae. *Flores* quam in *P. scilloide* dimidio majores. *Perigonium* inferum, persistens, campanulatum tubo urceolato limbo sexfido ejusdem longitudinis, laciniis aequalibus lineari-oblongis obtusis integerrimis glabris ex albo coerulescentibus et nervo medio coeruleo percursis erecto-patentibus. *Corona s. nectarium* (tubus e filamentis connatis ortus) urceolatum, perigonii tubo adnatum, superne liberum ibique duodecimfidum laciniis alternis parum brevioribus simplicibus lanceolatis acutiusculis antheriferis, alternis profunde bifidis sterilibus, omnibus glabris albidis; *antherae* in laciniarum fertilium facie antica sessiles easque aeque ac steriles aequantes, medio dorso affixae, lineari-oblongae, acutiusculae, basi bifidae, antice quadriloculares. *Ovarium* superum, ovato-globosum basi attenuatum et quasi substipitatum, totam tubi perigonii cavitatem replens, glabrum, triloculare, ovulis pluribus in quovis loculo biseriatis. *Stylus* simplex, teres, erectus, strictus, glaber, stamina superans, *stigmate* obsolete tridentato.

Crescit in umbrosis subalpinis montis Libanon. Floret initio Maji. (Iter Schubert). ♃. v. s.

Die corona oder das nectarium von *Puschkinia* entsteht offenbar aus den verwachsenen, an der Spitze 2 oder 3spaltigen Staubfaden. Bei unserer Art sind diese dreispaltig und die Anthere sitzt an der Innenseite des mittleren Lappens, aber nicht an seiner Spitze. Bei *P. scilloides* dagegen fehlt der Mittellappen und die Anthere sitzt im Winkel der beiden Seitenlappen. Darum ist auch die Definition der letzteren auf nachstehende Weise zu ändern:

P. scilloides Adams.

P. foliis radicalibus geminis altero latiori, scapis 3—12-floris, corolla campanulata, corona urceolata sexdentata dentibus bifidis, antheris in dentium angulis sessilibus corona multo brevioribus.

Crescit in jugis subalpinis montis Ararat. ♃. v. v. et s.

BROMELIACEAE LINDL.

HECHTIA KLOTZSCH.

Dioecia Hexandria Linn. Syst. sex.

Character differentialis.

Dioica. *Flores masculi* nondum observati. *Floribus foemineis* perigonium semiinferum, duplex, utrumque regulare, tripartitum; exterius calyciforme, interius corollinum, calycem aequans vel superans. *Stamina abortiva* sex ex inferiore perigonii parte. *Ovarium* semisuperum, triloculare loculis pluriovulatis. *Stylus* nullus, *stigmata* tria, subulata, recurvata, superne papillosa, persistentia. *Fructus* desideratur.

Character naturalis.

Flores masculi desiderantur. *Floribus foemineis* perigonium semiinferum, duplex, persistens; exterius calycinum tripartitum laciniis inter se aequalibus ovatis acutis integerrimis villosis virentibus erectis, interius corollinum laciniis aequalibus teneris ovatis integerrimis conniventibus calycem aequantibus vel eo longioribus. *Stamina* sex ex inferiore perigonii parte, abortiva, *filamentis* subulatis, *antherarum* rudimentis erectis anticis subsagittatis. *Ovarium* semisuperum triangulare, villosum, triloculare loculis multiovulatis, ovulis in inferiore loculorum parte ex angulo centrali, biseriatis anatropis erectis. *Stylus* nullus; *stigmata* tria, subulata, superne papillosa, recurvata, persistentia. *Capsula* desideratur.

Habitus. Plantae perennes, polycarpicae, acaules; radices numerosae, fibrosae, simplices; folia omnia subradicalia vel e trunco brevissimo, in comam densissimam congesta, basi dilatata arcte sibi invicem adpressa, sursum horizontaliter patentia vel reflexa, rigida, linearia, longe acuminata, spinoso-dentata dentibus rectis vel vario modo curvatis corneis albidis, sinubus inter eos rectis, carnosa, superne lucida, glabra, subtus nervis plurimis parallelis striata et furfuraceo-tomentosa. Scapi laterales, axillares, solitarii, teretes, bracteis seu foliis abbreviatis adpressis obsessi, tri—sexpedales. *Spica* terminalis, composita, interrupta, multiflora, spiculis vel alternis vel ternis glomeratis ex axilla bractearum, floribus inconspicuis dioicis glabris vel lana involutis albidis.

Statio et habitatio. Tres species hucusque cognitae imperii mexicani regiones calidiores incolunt. An Bromeliacearum more pseudo-parasitae?

8. *Hechtia glomerata Zuccar. Tab.* 6.

H. subacaulis, foliis plurimis in comam densissimam hemisphaericam congestis linearibus acuminatis spinoso-dentatis carnosis superne glabris subtus furfuraceo-tomentosis, spica composita interrupta, rachi dense lanata, spiculis ternis sessilibus glomeratis 12—20-floris, corolla calycem aequante, stigmatibus inclusis.

Dasylirion pitcairniaefolium Zuccar., in Otto allg. Gartenzeitung VI. n. 33. p. 258.

Radix primaria nulla, secundariae plurimae, simplices, fibrosae perpendiculares, albidae. *Truncus* brevissimus, pugno crassior, cylindricus, simplex, raro ex ima parte turiones emittens, perennis *Folia* numerosissima, in comam densissimam spiraliter congesta, sessilia, basi dilatata ovata glabra nervosa sibi invicem arcte adpressa, deinde patentia vel recurvata, linearia, apicem versus attenuata, subtrigona et acuta, margine remote spinoso-dentata, spinis 6—10‴, distantibus rectis vel vario modo curvatis osseis planiusculis in margine superiori lanatis ceterum glabris albidis apice fuscescentibus, sinubus inter eos rectilineis, superne glabra, lucida, laete viridia, plana vel mutua pressione vario modo iniqua, subtus convexa ecarinata, nervis parallelis vel marginalibus in spinarum basin adscendentibus numerosis valde approximatis virentibus percursa et in sulcis inter hos lana brevissima furfuracea albo-tomentosa, carnosa, 6—10 lineas lata, 18—24“ longa, per plures annos vigentia. *Scapi* ex axillis foliorum anni praecedentis laterales, plerumque solitarii, brevi tempore in altum evecti, basi adscendentes et foliis abbreviatis vaginantibus subdistichis dense vestiti, sursum erecti, tri—quinquepedales, teretes, crassitie pennae cygneae vel digiti minoris, solidi, *bracteis* alternis lanceolatis acutis integerrimis primum virentibus denique aridis fuscescentibus arcte adpressis obsiti. *Spica* in apice caulis composita, interrupta; *spiculae* plerumque ternae ex axilla bracteae, sessiles, glomeratae; intermedia breviter cylindrica, pollicem et quod excedit longa, laterales breviores subglobosae; bracteae ovatae, longe cuspidatae, integerrimae, aridae, spicis breviores; *rachis* lana sordide ex albo virente dense tomentosa. *Flores* singuli in rachi sessiles eique arcte adpressi dense imbricati, inconspicui, paucas horas tantum aperti, floribus *Veratri albi* haud dissimiles sed duplo fere minores, lana involuti, *bracteola* suffulti ovata cuspidata integerrima arida calyce breviore. *Calyx*, perigonium exterius, basi ovario adnatus profunde tripartitus lacinia altera antica, omnibus ovatis acutis integerrimis erectis subcarnosis virentibus sed lana derasili dense obtectis indeque sordide albido-fusescentibus persistentibus. *Corolla*, perigonium interius, basi ovario adnata, tripartita; laciniae ovatae, acutiusculae, integerrimae vel crenulatae, tenuiter radiatim venosae, glabrae, albae, aestivatione convolutiva, calycem subaequantes, erectae, demum marcescentes. *Staminum* rudimenta sex perigonio affixa ejusque laciniis opposita, ovario breviora; *filamenta* erecta, subulata, teretia, glabra, alba; *antherae* abortivae minimae, erectae, ovato-oblongae, basi cordato-sagittatae, albae. *Ovarium* semisuperum, ovato-obtuse trigonum, dense furfuraceo-lanatum, triloculare; locula multiovulata, ovulis biseriatis placentae in angulo centrali prominulae affixis, erectis obovatis compressiusculis crista in latere exteriori ab hilo ultra verticem producta auctis. *Stylus* nullus. *Stigmata* tria, subulata, crassa, subtus calva, supra papillis albidis dense obsita, patentia, demum erecto-conniventia. *Fructus* desideratur.

Crescit in imperii mexicani regionibus calidioribus unde vivam misit cl. de Karwinski. Floret in tepidariis nostris Julio. ♃. (v. v.)

Explicatio Tab. 5.

Fig. 1. Alabastrum cum bractea, a. 2. Flos apertus, a. 3. Corolla, resecto calyce. 4. Petalum. 5. Pistillum cum staminibus abortivis, resecto perigonio. 6. Ovarium longitudinaliter dissectum, omnia aucta. 7. Ovulum, magis auctum. 8. Partium floris dispositio.

Die Gattung Hechtia wurde 1835 von Hrn. Dr. Klotzsch in Otto's allgem. Gartenzeitung. Jahrg. 3. n. 51. p. 401 nach lebenden Exemplaren aufgestellt, welche aus von Deppe in Mexiko gesammelten Samen im botanischen Garten zu Berlin erzogen worden waren. Der zum Charakter der Gattung benützte Stock war ebenfalls ein Weibchen, gehörte aber einer andern Species an, welche sich von der unsrigen leicht durch nachstehende Merkmale unterscheidet:

H. stenopetala Klotzsch.

H. foliis linearibus spinoso-dentatis, floribus in spicam compositam dispositis, rachi nuda, spiculis solitariis cylindricis, corolla calycem dimidio superante, stigmatibus exsertis.

Wir können diese Definition mit Sicherheit nach Blüthenzweigen geben, welche uns Herr Dr. *Klotzsch* selbst gefälligst mitgetheilt hat. Seitdem hat der Berliner Garten noch zwei Arten von *Hechtia* erhalten, deren eine mit unserer Pflanze identisch zu seyn scheint. Die Gattung hat demgemäss mindestens bereits 3 Species.

Ueber ihre Abweichungen von den übrigen Gattungen der *Bromeliaceen* hat ebenfalls Herr Dr. *Klotzsch* bereits sich hinreichend ausgesprochen. Nur in Beziehung auf die Verwandtschaft der Familie möchte ich mir noch die Bemerkung erlauben, dass die *Bromeliaceen* gewiss den Palmen näher stehen, als den *Orchideen* und *Scitamineen*, an welche man sie gewöhnlich anschliesst. Sie gehören wenigstens sicher in die aufsteigende Reihe der *Monocotyledonen*, welche mit den Gräsern beginnt und mit den Palmen abschliesst.

Dass ich im Jahre 1838 noch *Hechtia* mit *Dasylirion* verei-

nigte, wird in dem unvollständigen Material wohl seine Entschuldigung finden, um so mehr, da ich wenige Wochen später (allg. Gartenz. 1838. n. 38. pr. 303) den Irrthum selbst rügte.

LABIATAE JUSS.

9. *Salvia rugosissima Zuccar. Tab. 7.*

S. (Plethiosphace) caule herbaceo hirsuto, foliis petiolatis pinnatisectis, segmentis linearibus obtusis crenatis bullato-rugosissimis et praesertim subtus tomentoso-hirtis patentibus inaequalibus, floralibus minimis sessilibus ovato-rotundatis cuspidatis calycibus multo brevioribus, racemis ramosis, verticillastris 6 — 10 - floris distantibus, calycibus obovatis pilis longissimis hirsuto-lanatis, labio superiore obovato rotundato recurvo-patente dentibus parvis conniventibus, corolla calyce duplo longiore, connectivis postice deflexis clavatis truncatis extremitate callosa connexis.

Herbacea, perennis. *Caulis* erectus, obtuse tetragonus, pilis longis albis villoso-hirtus. *Folia* decussata, inferiora petiolata petiolis brevibus e basi subvaginante semiteretibus canaliculatis, superiora sessilia, circumscriptione oblonga, pinnatisecta; segmenta linearia et vix duas lineas lata, in rachi decurrentia, irregulariter crenulata et undulata, bullato-rugosissima, superne virentia subtus praesertim in nervis primariis pilis longis albis tomentoso-hirta, distanta, patentia, decrescentia, inferiora pollicaria, summa 2 — 3‴ longa. *Bracteae* s. folia floralia minimae vix pedicellos superantes, sessiles, e basi cordata ovato-suborbiculares cuspidatae integerrimae, superne glabrae, margine et subtus hirsutissimae. *Racemi* basi ramosi, superne simplices, 4 — 6 pollices longi, erecti, stricti; *verticillastra* distantia, 6 — 10 in quovis racemo, plerumque sexflora; *pedicelli* erecto-patentes, teretes, hirsuti, vix 2''' longi. *Calyx* hypogynus, persistens, obovato-campanulatus, utrinque pilis longissimis strictis albis hirsuto-lanatus et extus glandulis minutis substipitatis globosis aureis adspersus, membranaceus, nervosus, reticulato-venosus, profunde bilabiatus; labium superius obovato-rotundatum, tridentatum, dentibus brevibus acutis conniventibus, patens, supra concavum et bisulcatum; inferius parum longius, bifidum, laciniis rectis oblongo-lanceolatis acutis mucronatis. *Corollae* (violaceae?) tubus basi cylindricus, sub fauce parum ampliatus, intus exannulatus, utrinque glaber, rectus, calyce longior; labium superius longitudine fere tubi, oblongum, obtusum, emarginatum, fornicato-concavum, dorso tenuissime pubescens; labium inferius brevius trifidum, laciniis lateralibus ovatis obtusis patentibus, media longiori deflexa spathulata rotundata vel leviter emarginata. *Stamina* fertilia 2 inferiora, absque sterilium rudimentis; *filamenta* fauci corollae affixa, brevia, inclusa, teretia, glabra; *antherae* dimidiatae; connectiva elongata, linearia, transverse cum filamento articulata, antice intra labii superioris cavitatem adscendentia et apice loculum unicum oblongum bivalvem gerentia, postice deflexa, clavato-incrassata, truncata et apice inter se connexa. *Ovarium* disco brevi subclavato antice glandulifero insidens; quadrilobum. *Stylus* filiformis, glaber, adscendens, stamina superans, *stigmate* bipartito, laciniis filiformibus revolutis inter se inaequalibus. *Nuculae* obovatae, glabrae.

Crescit in Palaestina prope Hierosolyma, Hebron alibique. Floret Majo. (Iter Schubert.) ♃.

Explicatio Tabulae 7.

Fig. 1. Flos. 2. Calyx a ventre. 3. Idem a dorso visus. 4. Pars corollae cum staminibus. 5. Styli pars superior, omnia vario modo aucta.

Am nächsten ist diese Art der *Salvia ceratophylloides Linn.* und *controversa Ten.* verwandt, von ersterer aber durch die schmalen starkzottigen Blattlappen, von letzterer durch die viel grösseren Blumen verschieden. Ausser derselben verdanken wir der Schubertschen Reise noch die schönen *Salvia indica L.* vom Antilibanon, Damaskus und Balbek, *S. Moluccella Benth.* aus Palästina, *Sibthorpii L.* von Subea, *syriaca L.* von Jerusalem und *Salvia deserti DeCaisnes* vom Vadi Scheich.

10. Moltkea libanotica *Zuccar. Tab. 3. II.*

M. caule herbaceo uti tota planta sericeo-cano, foliis oblongo-lanceolatis acutis subsessilibus, spicis terminalibus numerosis brevibus glomeratis, corolla calyce dimidio longiore, nuculis muricato-verrucosis.

Caulis herbaceus, teres, simplex, erectus, crassitie pennae anserinae, in specc. nostris 6 — 8″ longus. *Folia* radicalia non observata; caulina alterna, inferiora in petiolum satis longum decurrentia, superiora sessilia, oblonga vel oblongo-lanceolata acuta integerrima, utrinque uti tota planta pilis albis adpressis sericeo-canescentia, 2 — 3″ longa, 8 — 12‴ lata, summa approximata, lanceolata, vix pollicaria. *Stipulae* nullae. Spicae scorpioideae in apice caulis numerosae, approximatae et in corymbi speciem dense congestae, terminalis bifida, laterales simplices, omnes vix pollice longiores, ebracteatae. *Flores* secundi, biseriati, breviter pedunculati

pedunculis 2 — 3 lineas longis teretibus hirsutis plerumque ebracteatis, rarius bractea lineari-lanceolata acuta integerrima hirta ipsos superante suffultis. *Calyx* hypogynus, persistens, quinquepartitus, laciniis lineari-oblongis obtusis integerrimis hirtis erectis quam corolla brevioribus. *Corolla* calycis fundo affixa, gamopetala, coerulea, glabra, tubo cylindrico calycem aequante, limbo ampliato urceolato quinquefido laciniis ovato-deltoideis acutiusculis erecto-patentibus, fauce intus squamulis seu fornicibus quinque parvis cum staminibus alternantibus deltoideis barbulatis aucta. *Stamina* quinque, corollae fauci affixa et cum ejus laciniis alternantia; *filamenta* filiformia, glabra, erecta; *antherae* oblongae, utrinque obtusae, dorso affixae, antice quadriloculares. *Ovarium* quadrilobum, glabrum. *Stylus* simplex, filiformis, stricte erectus, glaber, exsertus, staminibus brevior, stigmate truncato. *Nuculae* quatuor, ovato-subtrigonae, muricato-verruculosae, brunneae.

Crescit in montis Libanon cedreto. Floret initio Maji. (Iter Schubert.) ♃.

Explicatio Tab. 3. II.

Fig. 1. Flos, a. 2. Corolla. 3. Eadem dissecta, staminum insertionem et squamulas monstrans. 4. Nuculae cum stylo, omnia aucta.

11. *Vinca libanotica* Zuccar. *Tab. 8.*

V. foliis ovatis vel ovato-lanceolatis utrinque attenuatis integerrimis glabris, petiolis eglandulosis, calycis laciniis linearibus acutis glabris tubo corolino dimidio brevioribus, corollae fauce nuda, laciniis inaequilateris dimidiato-rhombeis acutis.

Caules plures prostrati vel repentes, rarius adscendentes, subtetragoni, herbacei, basi squamis nonnullis aridis muniti, sursum foliosi, 12 — 18″ longi. *Folia* decussata, bi-vel triennia, basi in petiolum brevem vix 3‴ longum attenuata, ovata vel ovato-oblonga, acuta, integerrima, utrinque glabra, nitida, laete virentia, coriacea, nervo medio subtus prominente percursa, pollicem et quod excedit longa, 6 — 8 lineas lata. *Stipulae* nullae. *Pedunculi* axillares, solitarii, uniflori, sesquipollicares, teretes, stricti, glabri, ebracteati. *Calyx* hypogynus, ad basin usque quinquepartitus, persistens; laciniae lineares, acutae, integerrimae, corollae tubo adpressae eoque dimidio breviores, inter se subaequales, virentes. *Corolla* gamopetala, imo calyci affixa, decidua, lilacina; tubus cylindricus vel subclavatus, extus glaber, fauce nudus, intus pubescens et deorsum pilis rigidis retrorsum spectantibus dense barbatus, calycem dimidio superans; limbus quinquepartitus, laciniis horizontaliter patentibus inaequilateris dimidiato-rhombeis acutis integerrimis glabris longitudine tubi, asstivatione contortis. *Stamina* tubo corollae affixa, inclusa; *filamenta* brevissima, *antherae* erectae, ovatae, antice quadriloculares. *Ovaria* duo, supera, sessilia, ovato-oblonga, glabra, unilocularia, multiovulata; *stylus* simplex teres, clavatus, glaber, *stigmate* incrassato peltato-pyramidato. *Fructus* desideratur.

Crescit in subalpinis umbrosis, v. g. in cedreto montis Libanon. Floret initio Maji (Iter Schubert). ♃.

Die blaublühenden Arten der Gattung *Vinca* lassen sich dadurch bequem in zwei Abtheilungen bringen, dass bei zweien derselben die Blattstiele oberhalb der Mitte mit zwei Drüsen besetzt sind, welche den übrigen fehlen. Erstere sind *Vinca major* und *minor L.*, letztere *V. herbacea W. K.* und unsere neue Art. Diese hat überhaupt mit *V. herbacea* die meiste Aehnlichkeit, unterschei-

det sich aber sehr leicht durch die breiteren und grösseren Blätter, die längeren bis zur Hälfte der Blumenröhre reichenden Kelchlappen, die halbrhombischen spitzigen Blumenlappen und durch die doppelte Grösse der Blumen überhaupt. Wir fügen die veränderte Definition von *V. herbacea* bei:

V. herbacea Waldst. et Kit.

V. foliis lanceolatis acutis integerrimis glabris, petiolis eglandulosis, calycis laciniis linearibus acutis glabris corollae tubo plusquam duplo brevioribus, corollae fauce barbata, laciniis trapeziformibus obtusis.

Loranthaceae Dor.

12. *Loranthus Acaciae Zuccar. Tab. 2. III.*

L. (Symphyanthus DC.) caule tereti, foliis suboppositis petiolatis obovatis vel obovato-oblongis rotundatis integerrimis coriaceis glabris glaucis, floribus axillaribus ternis — septenis breviter pedunculatis, bractea unica laterali, calyce breviter quinquedentato, corolla regulariter quinquefida, tubo cylindrico extus decemgibboso gibbis biseriatis, intus cristis longitudinalibus quinque scalaribus notato, laciniis linearibus revolutis, antheris basifixis lineari-oblongis antice quadrilocularibus.

Caulis lignosus, ramis teretibus crassitie pennae anserinae, cortice glabro e cinereo-fuscescente lenticellis albidis adsperso, ligno duro albido. *Folia* subopposita, breviter petiolata, *petiolo* basi articulato tereti glabro 4''' longo, obovata vel obovato-elliptica, obtusa vel rotundata, integerrima, glabra, nervis longitudinalibus

parallelis vix prominentibus 3—5 percursa, coriacea, glauca, $1\frac{1}{2}$ — 2 pollices longa, 6—10 lineas lata. *Stipulae* nullae. ***Flores*** axillares terni, quini vel septeni; *pedunculi* breves $\frac{1}{2}$—$2'''$ longi, tri-vel abortu bi-vel uniflori, teretes, glabri; *pedicelli* uniflori, bracteolis duabus minimis suffulti, subclavati, 2—3 lineas longi. *Bractea* basin calycis amplectens solitaria, unilateralis, ovata, obtusa, irregulariter fissa, coriacea, glabra. *Calyx* cum ovario connatus, urceolatus, irregulariter quinquedentatus vel truncatus, glaber, persistens. *Corolla* calyci affixa, gamopetala, decidua, coccinea, coriacea, crassa, sesquipollicaris, aestivatione valvata; tubus cylindricus vel apicem versus parum angustatus, subpentagonus, rectus, extus tuberculis decem hemisphaericis obsitus, quorum quinque in basi tubi in orbem positi limbi laciniis oppositi, reliqui quinque ad basin laciniarum cum iisdem alternantes; intus cristis quinque longitudinalibus a filamentorum basi decurrentibus scalaribus carnosis et in fundo tubi in fornices totidem oblongos desinentibus auctus; limbus quinquefidus longitudine tubi, laciniis linearibus acutiusculis integerrimis margine parum crassiore, inter se subaequalibus glabris primum erectis demum revolutis. *Stamina* quinque, corollae tubo ad basin laciniarum affixa, his opposita et vix breviora, erecta et in tubum cylindricum conniventia; *filamenta* stricta, compressiuscula, glabra; *antherae* basi affixae, lineari-oblongae, acutiusculae, erectae, antice quadriloculares, loculis duobus interioribus basi magis productis. *Ovarium* calyci innatum, uniloculare, uniovulatum, ovulo pendulo. *Stylus* cylindricus, rectus, glaber, stamina superans, *stigmate* incrassato capitato leviter quinquesulcato glabro. *Fructus* desideratur.

Crescit in Palaestina prope Jericho, parasitica in Acaciis et in Rhamni specie non satis nota. Floret initio Aprili (Iter Schubert). ♄.

Explicatio Tab. 2. III.

1. Flos magn. nat. 2. Idem longitudinaliter dissectus ab intus visus. 3. Lacinia corollae cum stamine in cristam scalarem decurrente, a. 4. Ovarium longitudinaliter dissectum, a. 5. Styli pars superior cum stigmate, a.

Unsere Art gehört zu der Abtheilung *Symphyanthus Decand.* §. 2. *rigidiflori.* Vielleicht ist sie identisch mit dem *L. Acaciae niloticae*, dessen R. Brown im Anhange zu Oudney's Reise erwähnt.

Fumariaceae DC.

13. *Corydalis triternata Zuccar. Tab. 9. I.*

C. radice tuberosa, caule esquamato, foliis biternati-sectis, segmentis basi cuneatis rotundatis incisis, lobis oblongis obtusis, bracteis quam pedunculi brevioribus.

Caulis herbaceus, teres, uti tota planta glaber, esquamatus, diphyllus. *Folia* alterna, longe petiolata, *petiolis* tenuibus semiteretibus superne canaliculatis, longitudine folii; lamina ternatisecta; segmenta longe petiolulata circumscriptione e basi cordata suborbicularia iterum ternatisecta; divisiones subsessiles, e basi late cuneata obovato-rotundatae, tri - vel quinquelobae; lobi oblongi vel spathulati obtusi et soepe emarginati. *Stipulae* nullae. *Racemus* folia superans, simplex, erectus, cylindricus, 10 — 15-florus. *Bracteae* sessiles alternae e basi cuneata obovato-rotundatae, incisae lobis linearibus obtusis vel emarginatis. *Pedunculi* bractea dimidio longiores, filiformes, stricti, glabri. *Flores* pollicares; *calcar* conicum, obtusum, curvatum; *petala* exteriora aequalia, patentia, sursum et deorsum flexa, subemarginata; interiora erecta spathulata, arcte conniventia. *Stamina* congenerum. *Ovarium* linearilanceolatum utrinque attenuatum, compressum, glabrum, ***stylo*** tereti adscendente, *stigmate* peltato.

Habitat in cedreto montis Libanon, ibidem a clariss. Dr. ***Roth*** *et Erdl initio Maji florens lecta. (Iter Schubert).* ♃.

14. Corydalis Erdelii Zuccar. Tab. 9. II.

C. radice? caule esquamato diphyllo, foliis oppositis glaucis subsessilibus ternato-sectis, segmentis longe petiolulatis tri-quinque (raro novem-) partitis, laciniis ellipticis, oblongis vel linearibus acutiusculis integris bifidisve, bracteis ovato-oblongis acutiusculis integerrimis.

Radix tuberosa? Caulis herbaceus, simplicissimus, erectus vel in parte inferiore subterranea adscendens et fibrillis tenuibus dense vestitus, superne uti tota planta glaber. *Folia* caulina duo, opposita, sessilia vel brevissime petiolata, ternato-vel rarius binato-secta; segmenta longe petiolulata petiolis inter 6 et 12''' longis teretibus, tri-, quinque-vel novempartita; laciniae ellipticae, oblongae vel lineares, acutiusculae vel obtusae, integerrimae vel bifidae, glabrae, nervis parallelis percursae, glaucescentes, mediae plerumque majores. *Racemus* terminalis, simplex, erectus, 10 — 15-florus. *Bracteae* ovato-ellipticae, acutae, integerrimae, glabrae, glaucescentes. *Pedunculi* filiformes, stricti, patentes, bracteis parum breviores. *Flores* 8''' longi; *calcar* conicum, rectum, obtusum; *petala* exteriora duo patentia obtusa subaequalia, interiora breviora arcte conniventia. *Stamina* congenerum. *Ovarium* substipitatum, ovato-lanceolatum, compressum. *Stylus* filiformis glaber adscendens, ovarium aequans, *stigmate* incrassato capitato.

Crescit floretque cum priore in monte Libanon (Iter Schubert). ♃.

INDEX ALPHABETICUS

IN

FASCICULUM QUARTUM.

Pag.

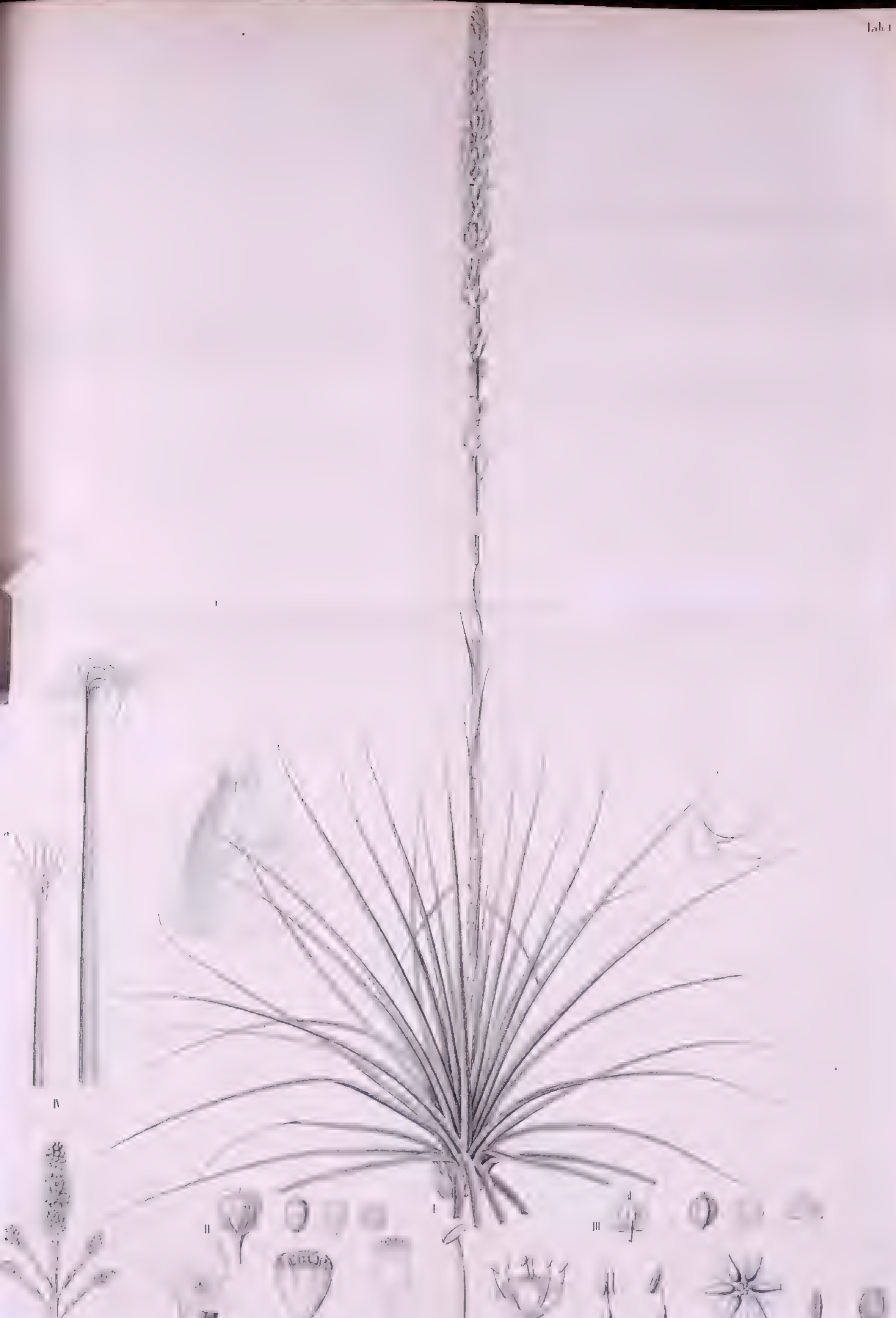
Allium *L.* 232
„ caspium *MB.* . . 235
„ Erdelii *Zuccar.* . . 236
„ hirsutum *Zuccar.* . . 232
„ odoratissimum *Jacq.* . 238
„ Rothii *Zuccar.* . . 235
„ Schuberti *Zuccar.* . 234
„ siculum *Ucria* . . 235
„ strictum *Desf.* . . 238
Alyssum sp. 232
Amygdalus arabica *Oliv.* . 232
Anthericum graecum *L.* . 232
Apocyneae *R. Br.* . . . 247
Asperifoliae *Juss.* . . . 246
Bromeliaceae *Lindl.* . . 239

Pag.

Bulbillaria *Zuccar.* 229
„ gageoides *Zuccar.* . 230
Corydalis *L.* 251
„ Erdelii *Zuccar.* . . 252
„ triternata *Zuccar.* . 251
Dasylirion *Zuccar.* . . . 221
„ acrotriche *Zuccar.* . 228
„ graminifolium *Zuccar.* 225
„ longifolium *Zuccar.* et *Karw.* 224
„ serratifolium *Zuccar.* et *Karw.* 225
Fumariaceae *DC.* . . . 251
Gagea bulbifera *L.* . . . 231
„ minima *R.* et *S.* . . 232
Geranium sp. 232
Hechtia *Klotzsch* . . . 239

Pag.
Hechtia glomerata *Zuccar.* . . 240
„ stenopetala *Klotzsch* . 243
Hordeum bulbosum *L.* . . 232
Labiatae *Juss.* . . . 244
Liliaceae *Juss.* . . . 229
Loranthaceae *DC.* . . . 249
Loranthus Acaciae *Zuccar.* . 249
„ Acaciae niloticae *R. Br.* 250
Moltkea libanotica *Zuccar.* . 246
Myosotis n. sp. . . . 232
Phlomis n. sp. . . . 232
Pinus bruttia *Ten.* . . 232
Plantago Lagopus *L.* . . 222
Puschkinia libanotica *Zuccar.* 238
„ scilloides *Adams* . . 239
Salvia *L.* 244
„ ceratophylloides *L.* . 244

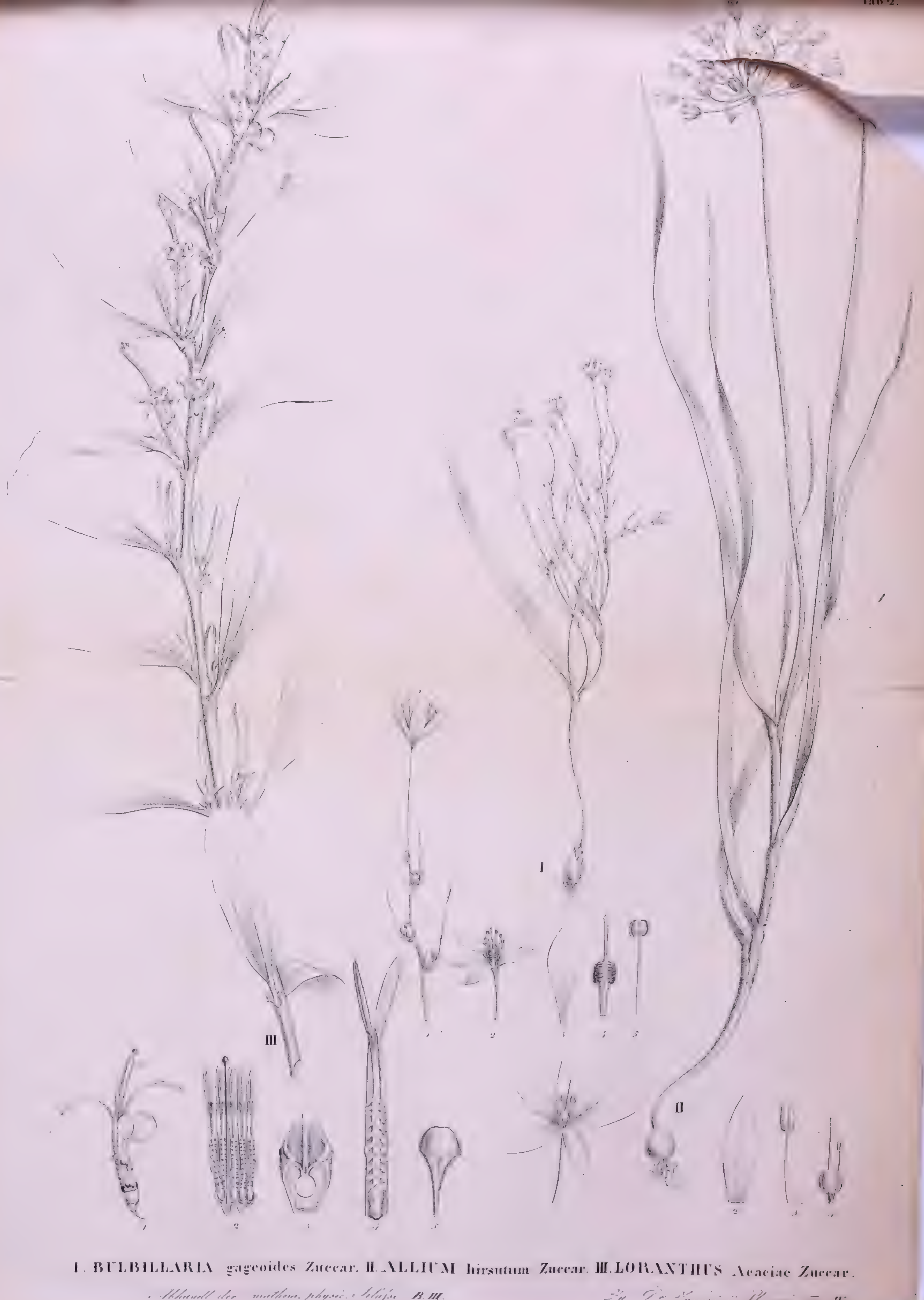
Pag.
Salvia *L.* 246
„ controversa *Ten.* . . 246
„ deserti *Decaisne* . . 246
„ Horminum *L.* . . 232
„ Moluccella *Benth.* . 246
„ Sibthorpii *L.* . . 246
„ syriaca *L.* . . . 246
Thlaspi sp. 232
Vinca herbacea *WK.* . . 249
„ libanotica *Zuccar.* . 247
„ major *L.* . . . 248
„ minor *L.* . . . 248
Xerotideae et Kingiaceae *Endl.* 221
Yucca acrotriche *Schiede* . 223
„ graminifolia *Zuccar.* . 226
„ longifolia *Karw.* . . 225
„ serratifolia *Karw.* . 225



DASYLIRION graminifolium Zuccar.

BR [illegible]
NATURAL HI [illegible]

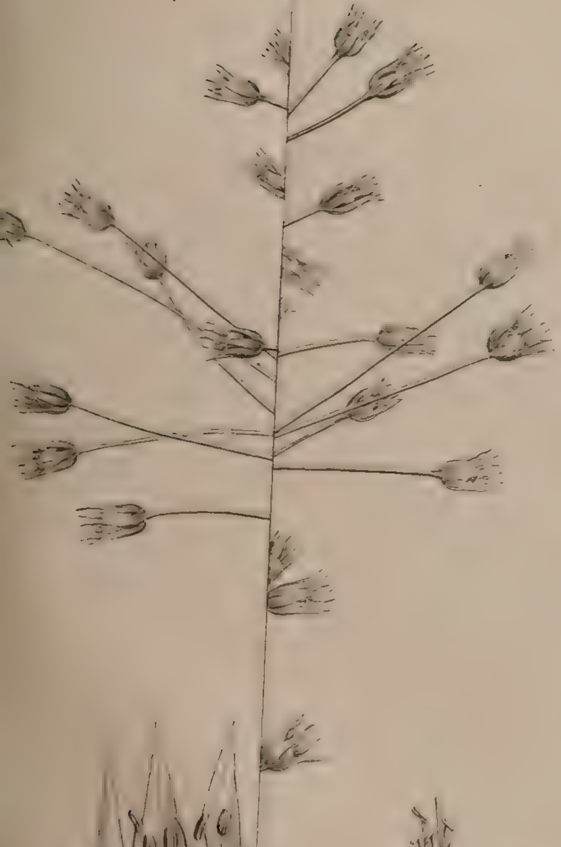
Tab. 2.

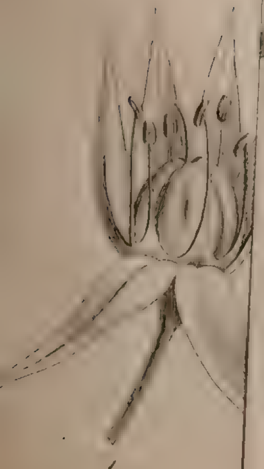


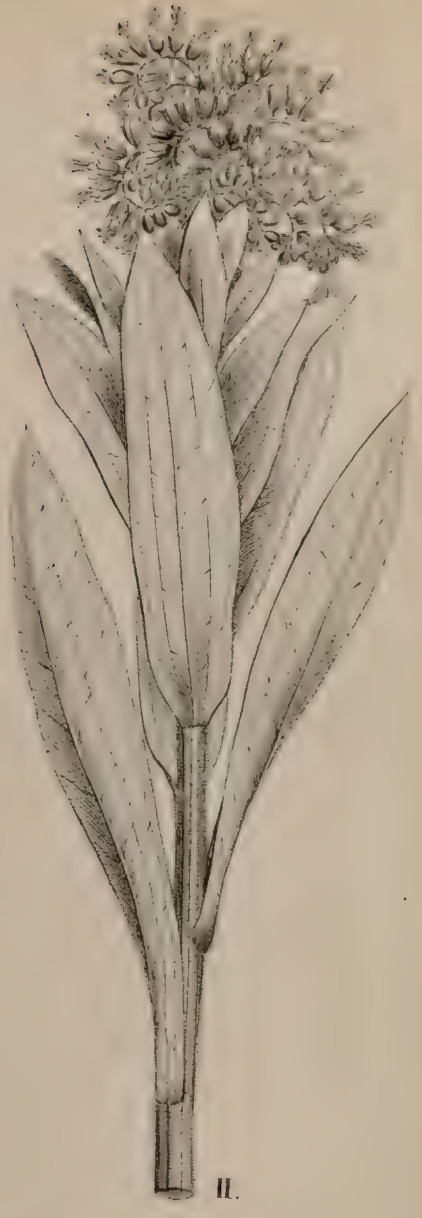
I. BULBILLARIA gageoides Zuccar. II. ALLIUM hirsutum Zuccar. III. LORANTHUS Acaciae Zuccar.

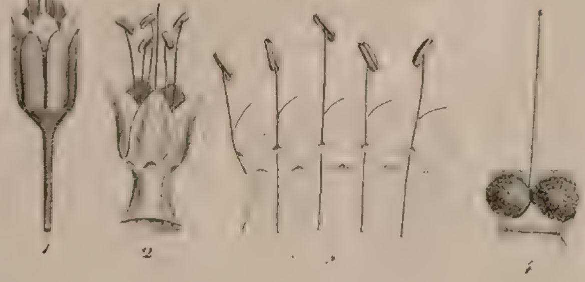
Abhandl. der mathem. physic. Classe B. III.

Zu Dr. Zuccarini's Pl. nov. Fa. II.



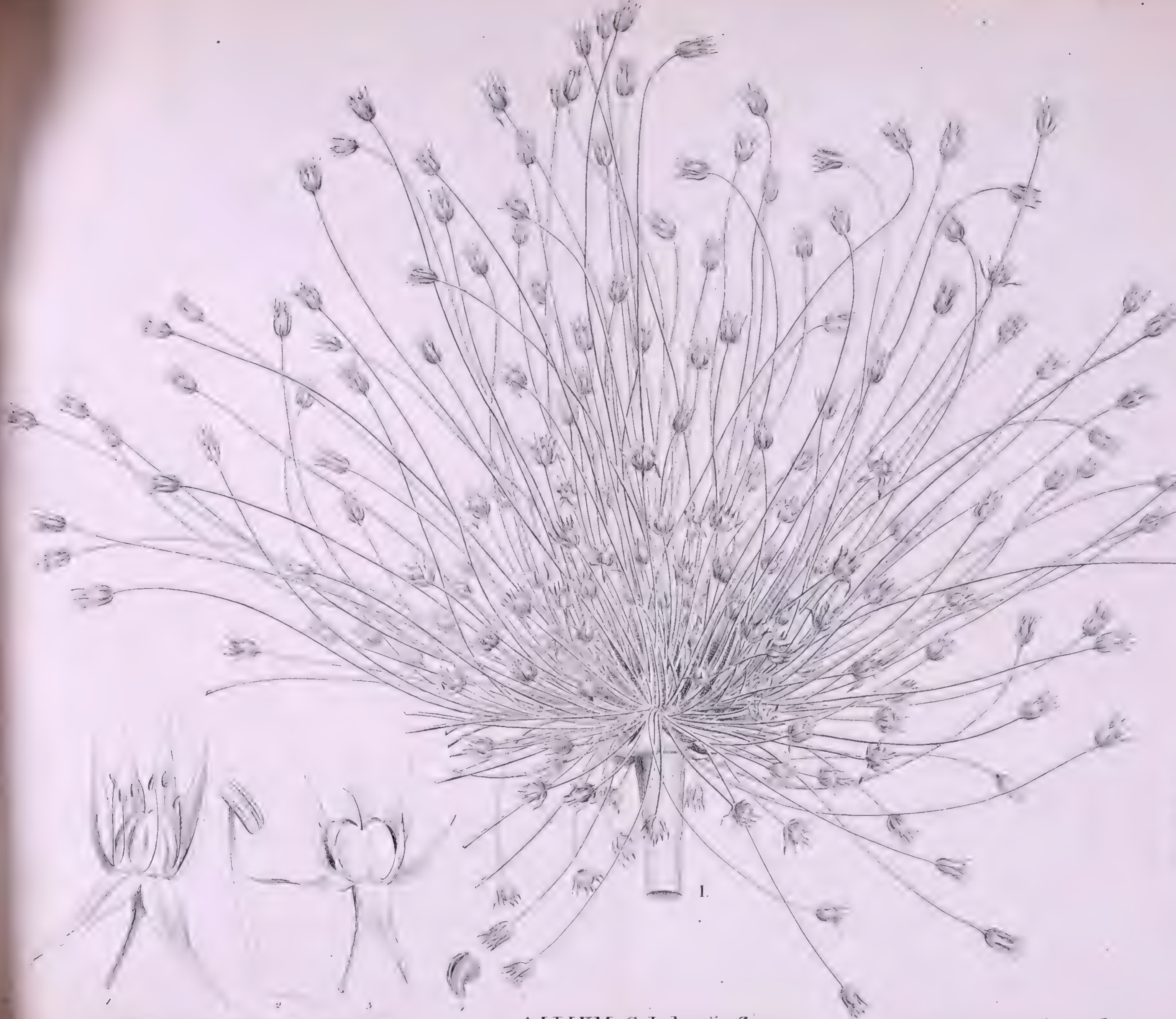






Abhandl. d. [illegible] IV.

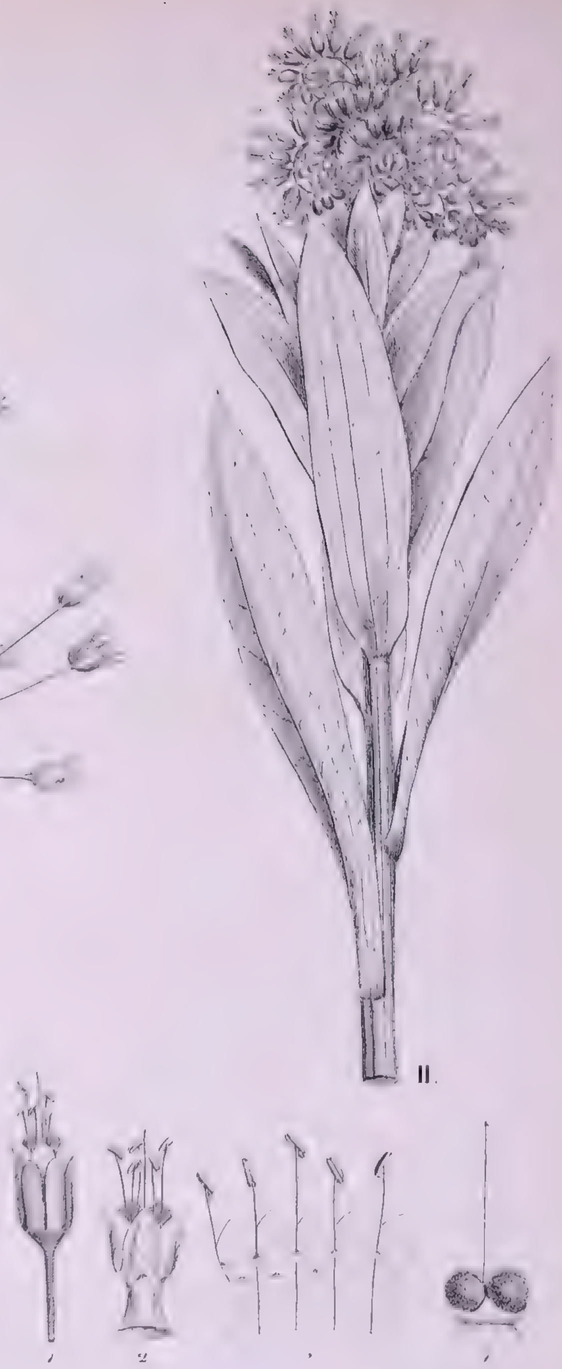
MOLTKEA libanotica. Zuccar.



Abhandl. der mathem. physic. Classe B. III

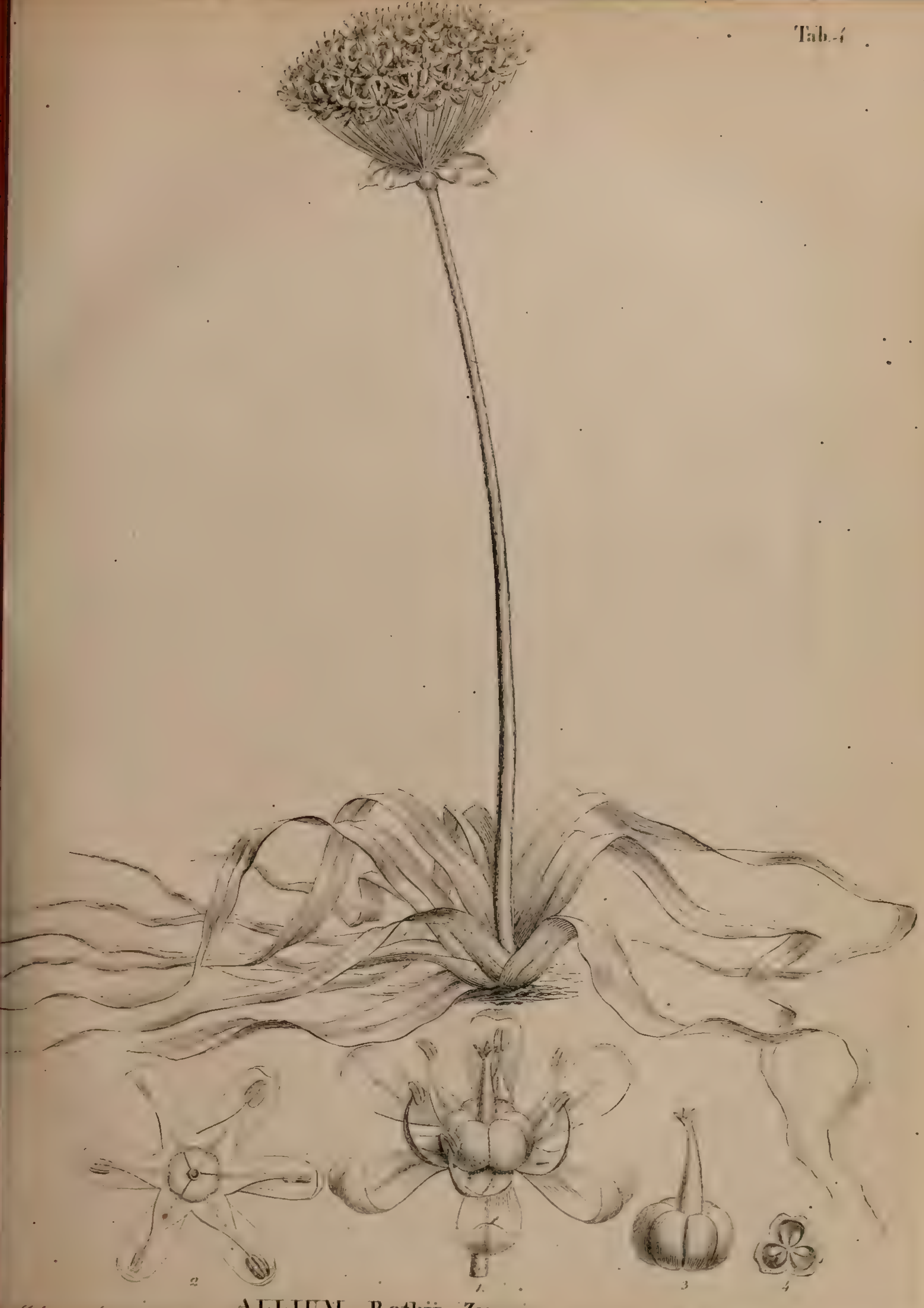
ALLIUM Schubertii Zuccar.

Zu Dr. Zuccarini Pl. nov. Fasc. IV.



MOLTKEA libanotica Zuccar.

Tab. 4

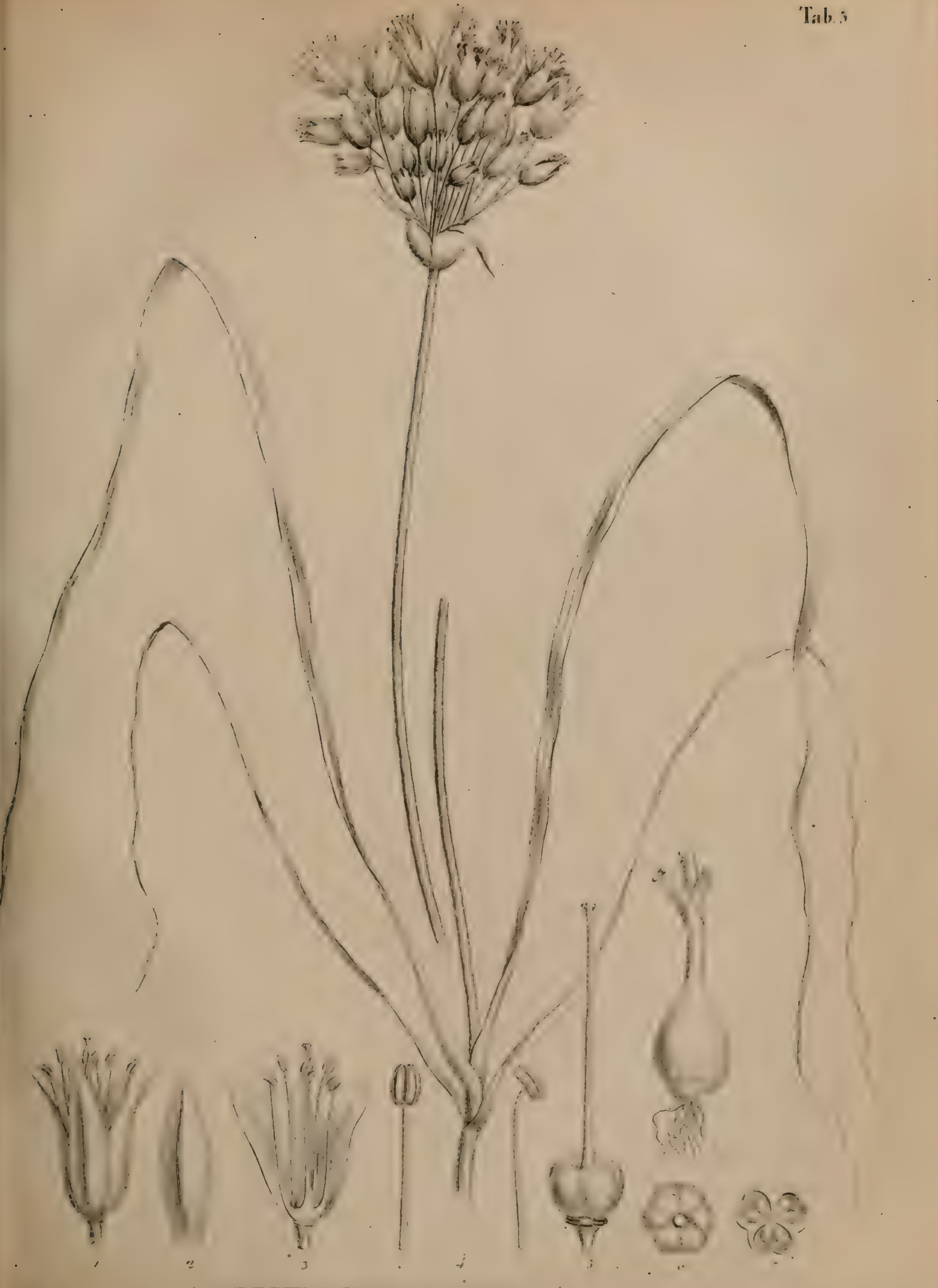


andl. der math. phys. Classe B. III.

ALLIUM Rothii Zuccar.

[illegible]

BRITISH
NATURAL HISTORY

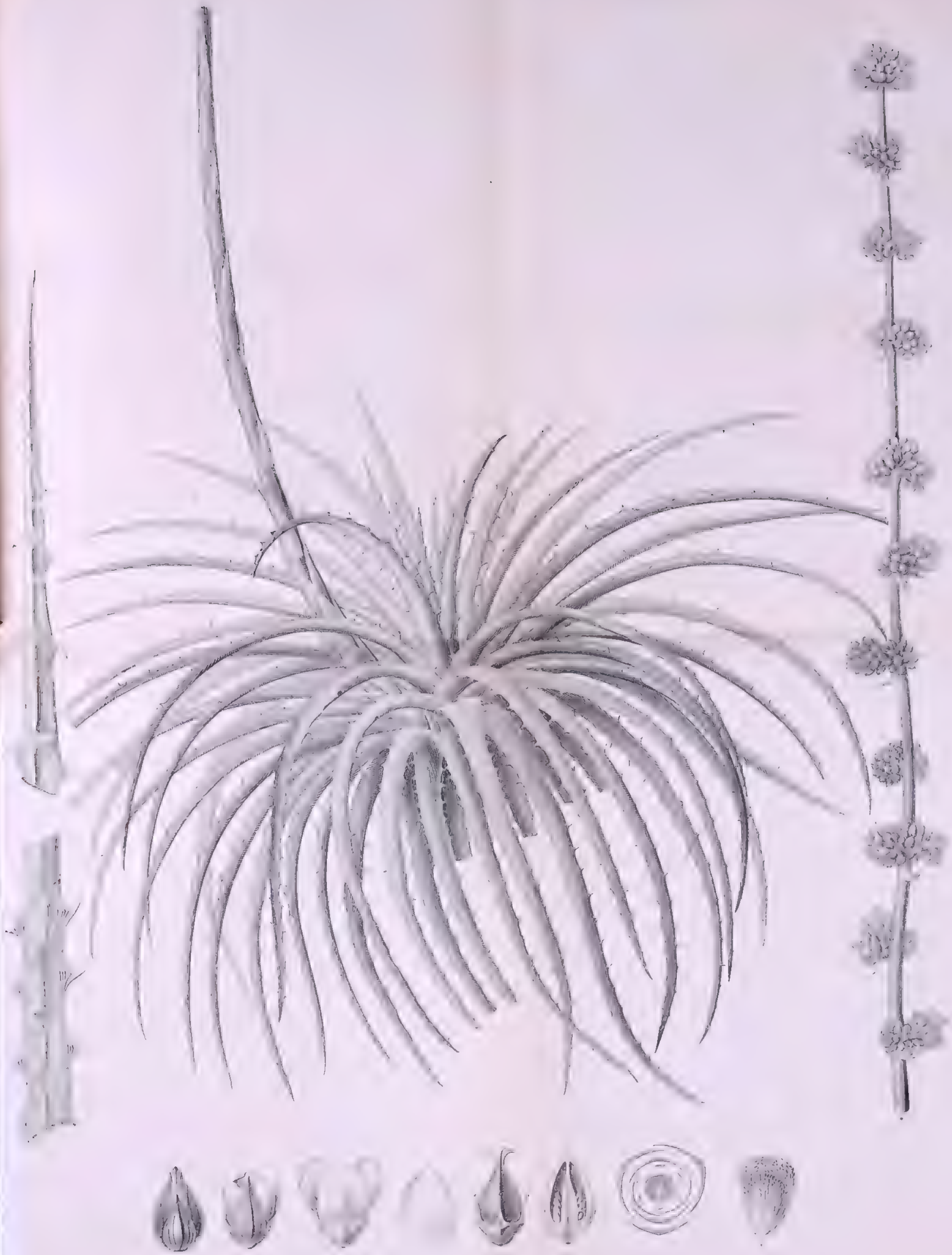


ALLIUM Erdelii Zuccar.

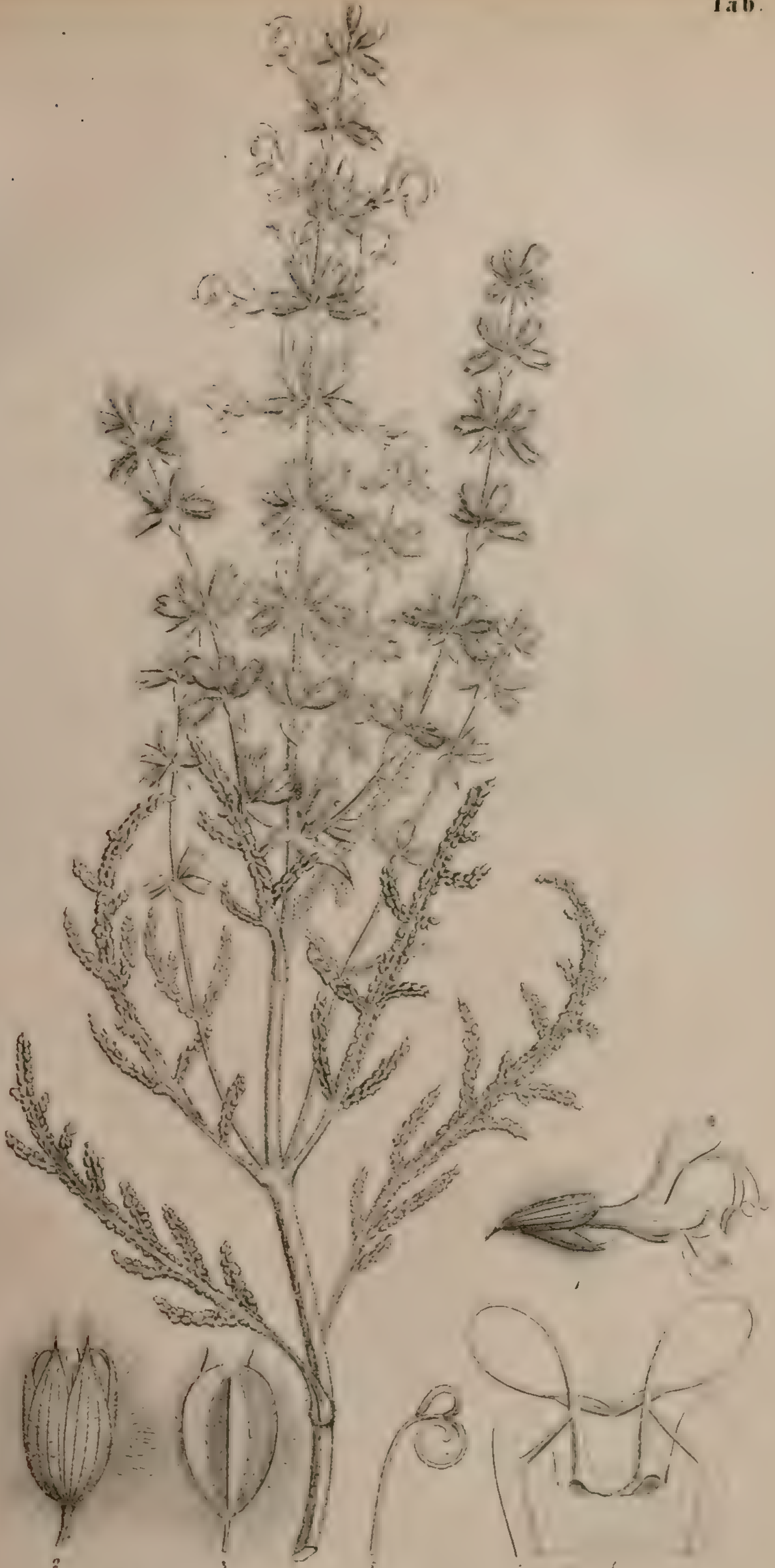
[illegible] der mathem.-physic. Classe B. III.

[illegible]

BRITISH
NATURAL HISTORY



HECHTIA glomerata Zuccar



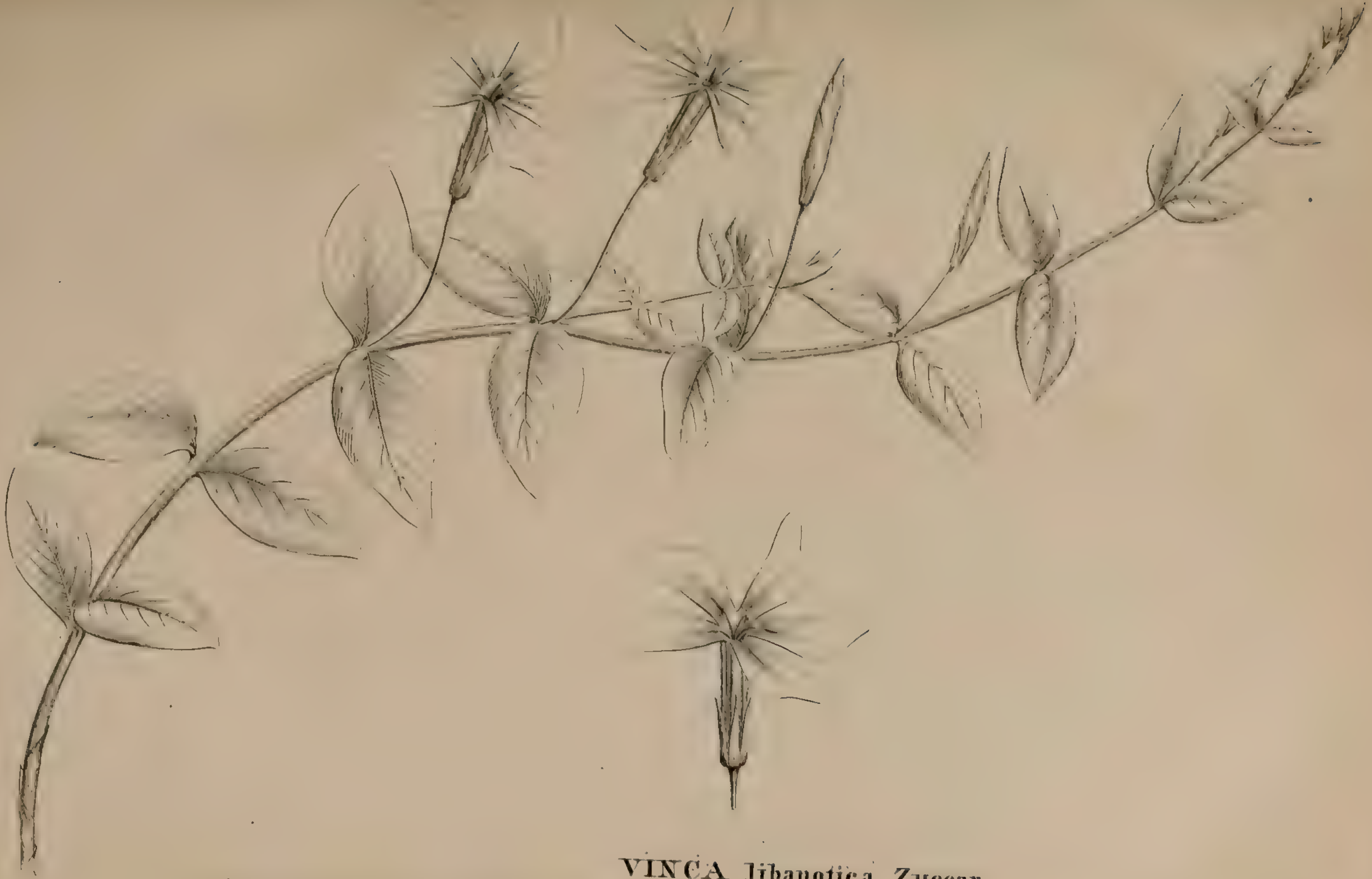
SALVIA rugosiſsima Zuccar.

mathem. phys. Klaſse B. III.

[illegible]

BRITISH
NATURAL HISTORY

Tab. 8.

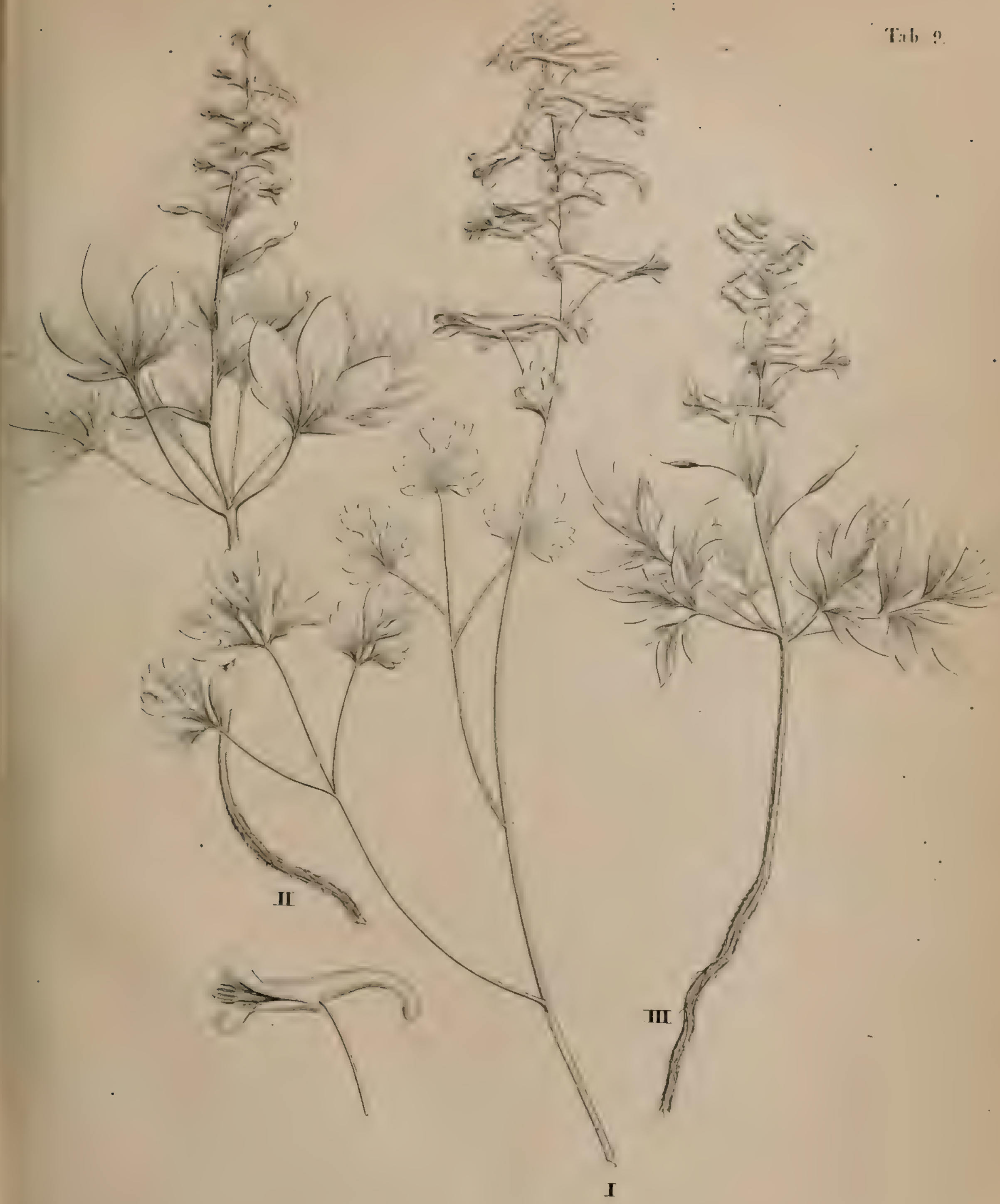


VINCA libanotica Zuccar.

Abhandl: der mathem. physic. Klasse B. III.

Zu Dr. Zuccarini Pl. nov. fasc. IV.

BRITISH NATURAL HISTORY



I. **CORYDALIS** triternata Zuccar. II. III. **CORYDALIS** Erdelii Zuccar.

Abhandl. der mathem. physic. Classe B. III.

zu Dr. Zuccarini [illegible] Fasc. IV

H STORY

Beobachtungen

über

den bei der Elektrolyse des Wassers und dem Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen sich entwickelnden Geruch.

Von

C. F. Schönbein.

Beobachtungen

über

den bei der Elektrolyse des Wassers und dem Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen sich entwickelnden Geruch.

Von

C. F. Schönbein.

Seit einer Reihe von Jahren habe ich bei meinen elektro-chemischen Untersuchungen die Gelegenheit gehabt, während der Elektrolyse des Wassers überhalb und in der Nähe der Zersetzungszelle einen Geruch zu bemerken, ausserordentlich ähnlich demjenigen, welcher sich während des Ausströmens gewöhnlicher Elektricität aus Spitzen kund gibt. Die völlige Unwissenheit, in der wir uns noch in Bezug auf die Ursache des elektrischen Geruches befinden, und das Auftreten desselben unter scheinbar so verschiedenartigen Umständen, reitzten schon lange meine wissenschaftliche Neugierde, und veranlassten mich, Versuche in der Absicht anzustellen, über das räthselhafte Phänomen auf experimentellem Wege

Licht zu verbreiten. Meine Bemühungen waren lange vergeblich, endlich ist es mir aber gelungen, den Schleier, der die fragliche Erscheinung noch deckt, wenn nicht völlig zu lüften, doch etwas zu heben und die Lösung des Räthsels anzubahnen.

Was nun zunächst den elektrischen Geruch betrifft, welcher sich während der elektrolytischen Zersetzung des Wassers entwickelt, so haben meine Untersuchungen zu folgenden Resultaten geführt.

1) Der eigenthümliche Geruch dauert selbst dann noch fort, wenn die volta'sche Strömung durch das Wasser, d. h. die Elektrolyse des letztern aufgehört hat.

2) Der phosphorartige Geruch wird nur an der positiven Elektrode entbunden; denn fängt man die aus der Zersetzung des Wassers resultirenden Gase gesondert auf, so bemerkt man den fraglichen Geruch nur in dem Gefäss, welches den Sauerstoff enthält, keine Spur aber in demjenigen, das den Wasserstoff einschliesst.

3) Auch die gemengt aufgefangenen Gasarten besitzen den Phosphorgeruch.

4) Das riechende Princip lässt sich in wohlverschlossenen Flaschen beliebig lange aufbewahren, ob mit Sauerstoff allein, oder mit Knallgas vermengt.

5) Die Entwickelung des riechenden Wesens ist von folgenden Umständen abhängig: *a*) von der Natur des Metalls, welches als positive Elektrode dient; *b*) von der chemischen Beschaffenheit der elektrolytischen Flüssigkeit, und *c*) von der Temperatur dieser Flüssigkeit oder der positiven Elektrode. Hinsichtlich des

unter *a*) angeführten Umstandes haben meine Versuche gezeigt, dass nur Platin und Gold als positive Elektrode dienend, den Geruch entbinden, nicht aber die leichter oxydirbaren metallischen Körper und Kohle. Bekanntlich verhält sich nach meinen frühern Beobachtungen das Eisen, als positive Elektrode funktionirend, zum elektrolytisch ausgeschiedenen Sauerstoff, wie Gold oder Platin; d. h. jenes Metall lässt, wie diese, den Sauerstoff frei an sich auftreten. In Bezug auf dessen Vermögen, das riechende Princip zu binden, unterscheidet sich das Eisen nicht von den oxydirbaren oder sogenannten positiven Metallen.

Was den unter *b*) bezeichneten Umstand betrifft, so habe ich ermittelt, dass der besagte elektrische Geruch sich entbindet aus destillirtem Wasser, versetzt mit chemisch-reiner, gewöhnlicher und rauchender Schwefelsäure, Phosphorsäure, chemisch-reiner Salpetersäure und einer Reihe von Sauerstoffsalzen. Mit wässerigen Lösungen von Chloriden, Bromiden, Jodiden, Chlorwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure und schwefelsaurem Eisenoxydul konnte ich den Geruch nicht erhalten, eben so wenig mit koncentrirter Salpetersäure. Setzt man den wässerigen Lösungen, welche die Entwicklung des elektrischen Geruches zulassen, nur sehr kleine Mengen von salpetrichter Säure oder salpetrichter Salpetersäure, von schwefelsaurem Eisenoxydul, Eisenchlorür und Zinnchlorür zu, so entbindet sich auch nicht die geringste Spur des riechenden Principes, wie lebhaft auch das Wasser elektrolysirt werden mag. In Betreff einer wässrigen Lösung von Kali habe ich die Erfahrung gemacht, dass sich aus derselben der Geruch bald entbindet, bald nicht, ohne dass es mir bis jetzt gelungen wäre, die Bedingungen zu ermitteln, von welchen das Auftreten oder Ausbleiben des Geruchphänomenes abhängt. Was den Einfluss betrifft, welchen die Temperatur auf diese Erscheinung ausübt, so zeigt es sich, dass der Geruch nicht auftritt, wenn eine

Flüssigkeit, welche denselben im kalten Zustande reichlich aus sich entbindet, stark erwärmt ist. Bei wieder eingetretener Abkühlung kommt jedoch das riechende Princip immer wieder zum Vorschein. Ueber diesen Punkt bemerke ich noch, dass fünf- bis sechsfach mit Wasser verdünnte Schwefelsäure am geeignetsten ist, den Phosphorgeruch an der positiven Elektrode zu entbinden. Indessen tritt auch bisweilen der Fall ein, obwohl selten, dass selbst ein solches Gemisch vollkommen geruchlosen Sauerstoff liefert. Ich habe allen Grund zu glauben, dass das Ausbleiben des Geruches von irgend einer Unreinigkeit, an der Oberfläche der positiven Gold- oder Platinelektrode herrührt; denn behandelt man letztere mit Salzsäure und spült sie dann mit destillirtem Wasser sorgfältig ab, so findet die Entwicklung des Geruches wieder statt.

6) Werden in eine Flasche, welche mit dem an der positiven Electrode entbundenen und elektrisch riechenden Sauerstoffgas angefüllt ist, nur einige Prisen von Kohlenpulver, Eisen-, Zink-, Zinn- und Bleifeile oder von gepulvertem Arsenikmetall, Wismuth und Antimon oder auch einige Tropfen Quecksilber geworfen und das Gefäss geschüttelt, so verschwindet der Geruch fast augenblicklich. Eisen und Kohle scheinen denselben am raschesten zu zerstören. Eben so wird der Geruch aufgehoben, wenn man erhitztes Platin oder Gold in die Flasche bringt, und auf dieselbe Weise wirken geringe Quantitäten wässriger Lösungen von Eisen- und Zinnchlorür, wie auch die von schwefelsaurem Eisenoxydul und wenige Tropfen von salpetrichter Säure oder salpetrichter Salpetersäure.

7) Hält man nur wenige Augenblicke lang ein Gold- oder Platinblech in ein Gefäss, das unser riechendes Princip enthält, so erscheint das eine und andere Metall elektro-negativ polarisirt,

d. h. es hat das Vermögen erlangt, mit gewöhnlichem Platin oder Gold in eine leitende Flüssigkeit gebracht einen Strom zu erregen, zu welchem es (das polarisirte Metall) sich als Kathode verhält. Damit aber diese Polarisation eintrete, ist erforderlich, *a*) dass die genannten Metalle die gewöhnliche Temperatur haben, und *b*) dieselben auch nicht mit der dünsten Feuchtigkeitshülle umgeben seyen. Heisses Gold oder Platin polarisirt sich eben so wenig, als vorher in Wasser getauchtes. Zu diesen Polarisationsversuchen dienen mir zwei möglichst vollkommen gleiche Gold- oder Platinstreifen, jeder etwa zwei Zoll lang und $\frac{1}{3}$ Zoll breit, und mit einem Drahte versehen. Habe ich mich überzeugt, dass ein solches gleichartiges Streifenpaar in schwach gesäuertes (durch Schwefelsäure) oder auch in reines Wasser getaucht und durch dessen Drähte mit dem Galvanometer verbunden, keinen Strom erzeugt, so nehme ich einen dieser Streifen, trockne ihn und halte denselben in eine das riechende Princip enthaltende Flasche. Je nachdem letzteres in grösserer oder geringerer Menge im Gefässe sich vorfindet, das heisst je nachdem der Geruch stärker oder schwächer ist, und je nach der Dauer der Immersion des Metalles, erhalte ich bei der Verbindung des letzteren mit dem Galvanometer eine grössere oder kleinere Ablenkung der Nadel in negativem Sinne. Nicht selten betrug die Abweichung bei fünf Sekunden lang dauernder Immersion des Platins 170—180°; ja unter denselben Umständen wurde mir einigemal die Nadel im Kreise herumgetrieben. Die hiebei erhaltenen Ströme sind indessen von so kurzer Dauer, dass sie für nur augenblickliche gelten können. Was die Metalle betrifft oxydirbarer als Platin oder Gold, so habe ich bis jetzt nur bei dem Kupfer das Vermögen angetroffen, sich durch das riechende Princip negativ polarisiren zu lassen. Im Vergleich mit den edlen Metallen besitzt jedoch das Kupfer diese Fähigkeit nur in einem geringen Grade.

Mit Silber habe ich noch keine Versuche angestellt, ohne Zweifel wird es sich aber, wie das vorletzt genannte Metall verhalten. Noch finde ich nöthig, hier zu bemerken, dass das von mir bei meinen Untersuchungen gebrauchte Galvanometer über zweitausend Drahtwindungen hat.

8) Der polare Zustand des Goldes und Platins dauert, wenn diese Metalle in gewöhnlicher Luft liegen, einige Zeit an; ich bemerkte denselben noch, wiewohl geschwächt, nachdem die polarisirten Streifen mehrere Stunden der Atmosphäre ausgesetzt gewesen waren.

9) Wird ein polarisirter Platinstreifen nur wenige Sekunden lang in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas gehalten, so verliert er dadurch sein elektromotorisches Vermögen. Es ist jedoch, damit das Metall depolarisirt werde, durchaus erforderlich, dass dessen Verweilen in besagter Gasart nicht zu lange und nicht zu kurz sey; denn ist ersteres der Fall, so erscheint das Platin positiv, wenn letzteres noch etwas negativ. Nicht bis zur Rothgluth gehende Erhitzung hebt den polaren Zustand des Platins und Goldes ebenfalls auf.

10) Auf electrolytischem Wege erhaltener Sauerstoff, der durch die unter *b*) angeführten Mittel seines elektrischen Geruches beraubt worden, hat das Vermögen, Gold und Platin zu polarisiren, gänzlich verloren, und verhält sich in volta'scher Beziehung eben so indifferent, als der auf dem gewöhnlich chemischen Wege gewonnene.

Polarisations- und Geruchserscheinungen, veranlasst durch die gewöhnliche Maschinenelektricität.

11) Hält man einen Gold- oder Platinstreifen von reiner Ober-

fläche gegenüber der stumpfen Spitze eines beliebigen Metalldrahtes, der mit dem ersten Conductor einer wirksamen gewöhnlichen Elektrisirmaschine in Verbindung steht, in der Entfernung von etwa einem Zolle, so reichen wenige Umdrehungen der Scheibe hin, um die Metallstreifen merklich negativ zu polarisiren. Wenn ich abwechselnd beide Seiten eines solchen Streifens während dreissig Umdrehungen der Wirkung des elektrischen Büschels aussetzte, und die ausströmende Spitze aus Messing bestand von zwei Linien Durchmesser, so erlangte der Streifen das Vermögen, die Nadel meines Galvanometers im Mittel um 60° in negativem Sinne abzulenken; 60 Umdrehungen veranlassten unter sonst gleichen Umständen eine Abweichung von 90°. Bestand das ausströmende Metall anstatt der erwähnten Messingspitze aus einem Goldstreifen, so polarisirten dreissig Umdrehungen den Platinstreifen so stark, dass derselbe die Nadel um 180° abzulenken vermochte. Die unter diesen Umständen erzeugten Ströme sind ebenfalls von so kurzer Dauer, dass man sie für augenblickliche ansehen kann. Unter den Metallen, die oxydirbarer sind, als Gold und Platin, ist es mir nur mit Kupfer gelungen, demselben einen schwachen Grad von negativer Polarität durch die gewöhnliche Elektricität zu ertheilen.

12) Platin und Gold werden ebenfalls negativ polarisirt, wenn man dieselben einer die negative Elektricität ausströmenden Spitze gegenüber hält.

13) Platin durch die eine oder andere Elektricität negativ polarisirt, verliert seine ungewöhnliche elektromotorische Kraft dadurch, dass man es auf einige Augenblicke in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas hält, und es gilt in Bezug auf diese Depolarisationsweise ganz dasjenige, was unter 9) bemerkt worden ist.

Die Polarität des Metalles wird ebenfalls durch Erhitzung aufgehoben.

14) Wird das Platin- oder Goldblech mit dem Conductor in unmittelbare Berührung gesetzt, d. h. dienen diese Metalle selbst als ausströmende Spitzen, so wird in denselben der polare Zustand nicht hervorgerufen, wie lange man sie auch die Function der Ausströmung verrichten lässt.

15) Befinden sich die Platin- oder Goldstreifen in erhitztem Zustande, während der elektrische Büschel auf sie spielt, so werden sie eben so wenig polarisirt, als wenn dieselben mit einer auch noch so dünnen Wasserschichte umhüllt sind.

16) Sind die ausströmenden Spitzen erhitzt oder mit einer wässerigen Hülle umgeben, so hat die denselben entweichende Elektricität ihr polarisirendes Vermögen verloren. Wie lange man auch Gold- und Platinstreifen so beschaffenen Spitzen gegenüber halten mag, nie werden jene auch nur spurenweise polarisirt erscheinen. Was aber hier noch ganz besonders bemerkt zu werden verdient, ist der höchst merkwürdige Umstand, dass man an erhitzten oder mit einer Wasserhülle umgebenen Spitzen auch nicht den geringsten Geruch wahrnehmen kann. Meine Erfahrungen haben mich gelehrt, dass wenn ein Läppchen Leinwand mit destillirtem Wasser angefeuchtet und dasselbe um die ausströmende Spitze geschlagen wird man sicher darauf rechnen kann, die noch so stark ausströmende Elektricität vollkommen geruchfrei zu erhalten. Ist z. B. erhitztes Platin die ausströmende Spitze, und hält man die Nase in die Nähe dieses Metalles, so bemerkt man so lange, als dasselbe noch eine gewisse Temperatur hat, nichts von dem elektrischen Geruch; hat sich aber das Platin bis auf einen bestimmten Grad abgekühlt, so tritt das riechende Princip

auf einmal wieder auf und zwar, wie mir es geschienen, um so stärker, je niedriger die Temperatur der Spitze wird.

Welche Deutung ist nun den angeführten Thatsachen zu geben und welche Folgerungen lassen sich aus denselben ziehen? Was den Geruch betrifft, der sich während der Elektrolysation des Wassers an der positiven Elektrode entbindet, so wird man kaum umhin können, aus obigen Angaben den Schluss zu ziehen, dass derselbe von einer eigenthümlichen gasförmigen Substanz herrühre, welche sich gleichzeitig mit dem Sauerstoff aus der elektrolytischen Flüssigkeit abtrennt. Von welcher Natur ist aber dieser Körper? Ist er einfach, ist er zusammengesetzt? Was sein volta'sches Verhalten betrifft, so zeigt derselbe die allergrösste Uebereinstimmung mit dem Chlor und Brom, von welchen Stoffen ich vor einiger Zeit nachgewiesen habe, dass wenn dieselben das Platin oder Gold in dünnster Hülle umgeben, diese Metalle elektronegativ polarisirt werden, und dass chlor- oder bromhaltiges Wasser gegen reines negativ sich verhält. Ich habe ferner dargethan, dass die genannten Metalle die ihnen durch Chlor oder Brom ertheilte Polarität wieder verlieren, wenn man sie in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas bringt. In Bezug auf elektro-motorisches Vermögen ist daher der fragliche riechende Körper dem Chlor und Brom völlig gleich, und aus dieser grossen Analogie schon möchte man geneigt seyn, zu schliessen, jener sey diesen auch in chemischer Hinsicht ähnlich, also ein elementarer Salzbilder. Ziehen wir ferner die Thatsachen in Betracht, dass die meisten Metalle schon bei gewöhnlicher Temperatur den elektrischen Geruch zerstören, d. h. mit dem riechenden Princip sich vereinigen; dass dieses gar nicht auftritt, wenn die positive Elektrode nicht aus einem sehr schwierig oxydirbaren oder aus einem sogenannten eminent elektro-negativem Metalle besteht; dass das riechende Gas durch einen Strom ebenfalls nicht ausgeschieden wird, wenn die elektrolytische Flüssigkeit eine den Sauerstoff begierig anziehende Substanz, z. B. ein Eisenoxydulsalz enthält, und endlich, dass der riechende Körper immer nur an der positiven Elektrode auftritt; ziehen wir, sage ich, alle diese Thatsachen in Betracht, so muss die vorhin geäusserte Vermuthung, es sey der riechende Körper ein im hohen Grade elektro-negativer Salzbilder noch gegründeter erscheinen. Man wird vielleicht einwenden und sagen, die fragliche Substanz sey ein auf secundärem Wege hervorgebrachter zusammengesetzter Körper. In der That ist die Erzeugung eines solchen an und für sich nicht unmöglich, und ich war anfänglich selbst geneigt, den eigenthümlichen Geruch einer derartigen Verbindung zuzuschreiben. Folgende Gründe scheinen mir aber gegen die Richtigkeit einer solchen Annahme zu sprechen. Da chemisch reines Wasser (oder was wir dafür halten) vermischt mit so verschiedenartigen Substanzen, wie z. B. mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, einer Reihe von Sauerstoffsalzen, ja selbst mit Kali das riechende Princip liefert, so kann dieses wohl nur allein aus dem Wasser und nicht aus den mit letzterem vermischten Substanzen hervorgehen. Welche sekundare Bildung lässt aber das Wasser an der positiven Elektrode zu? Der an letzterer sich ausscheidende Sauerstoff könnte sich zum Theil mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd vereinigen. Diese Verbindung ist aber bei gewöhnlicher Temperatur nicht gasförmig, und ihr Dampf besitzt keinerlei Art von Geruch. Auch haben mir meine neuesten Versuche dargethan, dass Platin mit einer Hülle von Wasserstoffsuperoxyd umgeben gegen gewöhnliches Platin positiv sich verhält. Oxydirtes Wasser kann daher der riechende Stoff nicht seyn. Oder gibt es etwa eine Oxydationsstufe des Wasserstoffes, in welcher sich noch mehr Sauerstoff, als im Wasserstoffsuperoxyd befindet? Ist vielleicht diese Verbindung ein zusammengesetzter Salzbilder, und dürften wohl selbst Chlor, Brom, Jod und Fluor als analoge Zusammensetzungen betrachtet werden? Wie meine eigenen Untersuchungen vor einiger Zeit erwiesen haben, zeigen die Hyperoxyde des Mangans, Bleies und Silbers und wahrscheinlich auch diejenigen der übrigen Metalle ganz dasselbe volta'sche Verhalten, wie Chlor und Brom, beide Klassen von Körpern sind im hohen Grade elektro-negativ. Deutet nicht auch diese Thatsache auf eine Aehnlichkeit ihrer chemischen Constitution hin? Ich wage nicht, mich hierüber irgendwie auszusprechen. Nach dem dermaligen Stande unsers chemischen Wissens dürfen wir noch nicht von der Zusammengesetztheit des Chlors u. s. w. reden, und desswegen will ich auch den durch den volta'schen Strom entbundenen phosphorartig riechenden Stoff als elementar betrachten.

Indem wir aber von der Annahme ausgehen, das riechende Princip sey ein einfacher Körper, und insoferne aus vorhin angeführten Gründen erhellt, dass derselbe im Wasser enthalten ist, vor der Elektrolysation des Wassers jedoch nichts von dem eigenthümlichen Geruch bemerkt wird, so müssten wir den Schluss ziehen, dasjenige, was wir reines Wasser nennen, enthalte zwei verschieden elektrolytische Verbindungen, die eine aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, die andere aus unserm riechenden Princip und irgend einem elektro-positiven Elemente. Geht nun der Strom durch ein so beschaffenes Wasser, so werden die beiden, diese Flüssigkeit konstituirenden, Elektrolyten zerlegt; die Anione, also Sauerstoff und das riechende Princip treten an der positiven Elektrode auf, die Catione an der negativen. Was nun diese Catione betrifft, so ist das eine, wie wir wohl wissen, Wasserstoff; möglich nun, dass das riechende Anion mit einem vom Wasserstoff verschiedenen Elemente vereiniget ist. Allein bis jetzt sind alle meine Versuche, in dem an der negativen Elektrode entwickelten Gas noch etwas anderes als Wasserstoff aufzufinden, vergeblich gewesen, was zu beweisen scheint, dass der riechende Stoff mit Wasserstoff verbunden im Wasser vorkommt. Indessen betrachte ich diesen Punkt noch nicht als völlig entschieden. Dass das riechende Princip nur dann sich entbindet, wenn die positive Elektrode Gold oder Platin ist, hat denselben Grund, wesshalb an diesen Metallen allein der Sauerstoff während der Elektrolyse des Wassers zur freien Entwicklung kommt. Die Verwandtschaft zwischen ihnen und dem riechenden Princip ist bei gewöhnlicher Temperatur nicht gross genug, damit eine chemische Vereinigung statt finde. Andere metallische Körper dagegen vermögen sich unter diesen Umständen mit dem fraglichen Stoffe zu verbinden. Die Thatsache, dass erhitztes gesäuertes Wasser den eigenthümlichen Geruch, selbst bei Anwendung von Gold und Platin, nicht entbindet, muss daraus erklärt werden, dass diese Metalle bei höherer Temperatur mit dem im Rede stehenden Körper sich verbinden. Dass die Anwesenheit von Eisen- oder Zinnoxydulsalzen die Entbindung des riechenden Gases verhindert, scheint mir darin begründet zu seyn, dass das Oxydul mit dem Sauerstoff des Wassers, das riechende Princip mit dem Wasserstoff des Wassers sich vereiniget. Es wirkt mit andern Worten der riechende Körper auf die genannten Metallsalzlösungen gerade so, wie freies Chlor oder Brom. Die Gegenwart der salpetrichten Säure veranlasst eine ähnliche Reaktion. Warum erhitztes Platin oder Gold in dem riechenden Gas sich nicht polarisirt, oder warum die polarisirten Metalle durch Erhitzung depolarisirt werden, wird durch die Annahme begreiflich, dass in beiden Fällen Gold und Platin mit dem riechenden Stoffe sich chemisch vereinigen.

Ehe ich weiter gehe, will ich noch angeben, wie meiner Ansicht nach das riechende Princip polarisirend auf Gold und Platin einwirkt. Bei einigen frühern Anlässen habe ich mich bereits dahin ausgesprochen, dass ich die Ursache der Veränderungen, welche die meisten Metalle unter gewissen Umständen in ihrem elektro-motorischen Verhalten zu erleiden scheinen, nicht in Modificationen dieser Körper selbst suche, sondern in auf ihnen abgelagerten Stoffen. Wenn z. B. Platin in einer Wasserstoffgas-Atmosphäre positiv, in Chlor- oder Bromgas negativ sich polarisirt, so erleidet hiebei das Metall an und für sich selbst keine Veränderung irgend einer Art, und es ist dessen Wasserstoff- oder Chlorhülle, in welcher der Sitz der elektromotorischen Kraft sich befindet, und keineswegs im Platin. Dieses ist nur der Träger der Materie, die den Strom erregt. Die Beweise für die Richtigkeit dieser Behauptung brauche ich hier nicht wieder anzuführen, da ich dieselben unlängst in mehrern wissenschaftlichen Zeitschriften gegeben habe. Auf eine gleiche Weise verhält es sich nun auch mit der von Gold und Platin in einer Atmosphäre unseres riechenden Gases erlangten negativen Polarität. Dieser Körper bildet um die genannten Metalle herum eine unendlich dünne, an ihnen nur auf eine mechanische Weise haftende Hülle. Wird nun ein so beschaffenes Metall in Wasser gebracht, in welchem ein Stück desselben Metalles von unveränderter Oberfläche sich befindet, so bilden die beiden Metallstücke mit der Flüssigkeit eine Kette. Wird diese geschlossen, so verbindet sich das riechende Princip mit dem Wasserstoffe der jenem benachbarten Wassermolecule, es findet Electrolysation und damit auch ein Strom statt.

Da ich im letzten Augusthefte des *philosophical Magazine* meine Theorie über die Chlor- und Bromketten umständlich entwickelt habe, und alles, was dort gesagt ist, auch auf den vorliegenden Fall (in welchem man sich nur anstatt des Chlores oder Bromes unsern riechenden Körper zu denken hat) seine Anwendung findet, so halte ich nicht für nöthig, hier in eine weitere Erörterung einzutreten. Was die Depolarisation des Platins oder

Goldes betrifft, welche statt findet, wenn diese Metalle in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas gebracht werden, so kann dieselbe ihren Grund darin haben, dass letzteres Element mit der am Metalle haftenden Schicht des riechenden Principes sich chemisch verbindet. Indessen ist, um das Verschwinden der negativen Polarität der Metalle unter den angegebenen Umständen zu begreifen, nicht einmal nöthig, das Stattfinden einer solchen chemischen Verbindung anzunehmen. Da Wasserstoff z. B. das Platin positiv, das riechende Princip dasselbe Metall negativ polarisirt, so würde letzteres kein elektromotorisches Vermögen zeigen, wenn ein Gemenge von Wasserstoff und dem riechenden Körper das Platin umgäbe, und wenn jene beiden, auf eine entgegengesetzte Weise polarisirenden Elemente in einem gewissen Mengenverhältnisse vorhanden wären. Es ist von mir zu seiner Zeit gezeigt worden, dass die dem Platin durch Chlor oder Brom ertheilte negative Polarität dadurch aufgehoben werden kann, dass man das Metall für einige Augenblicke in Wasserstoffgas hält. Wie man sieht, wirkt letzteres Element in volta'scher Hinsicht ganz in derselben Weise auf das riechende Princip, wie es auf Brom oder Chlor reagirt. Dürfen wir nun nicht aus dieser Gleichheit des Verhaltens den Schluss ziehen, dass unser riechender Körper ein Stoff sey, ähnlich dem Chlor und dem Brom? Dass mit Wasser überzogenes Platin oder Gold durch das riechende Gas nicht merklich polarisirt wird, rührt vielleicht von der äusserst geringen Auflöslichkeit dieser Substanz in Wasser her. Die kurze Dauer des Stromes, den diese Metalle in ihrem polarisirten Zustande erregen, hat ihren Grund ohne Zweifel in der unendlich dünnen Hülle, welche das riechende Princip um dieselben her bildet.

Gehen wir nun zur Erörterung der Polarisations-Erscheinungen über, welche die gewöhnliche, aus Spitzen strömende Elektricität im Golde und Platin veranlassen. Eine oberflächliche Vergleichung derselben mit denen, welche das riechende Gas veranlasst, muss zu der Ueberzeugung führen, dass zwischen beiden Reihen von Phänomenen die grösste Analogie besteht. Dieselben Metalle, welche durch das riechende Gas negativ polarisirt werden, sind es auch, welche in den gleichen Zustand treten, wenn man sie in die Wirkungssphäre der ausströmenden Elektricität bringt. Auch müssen, damit man ein solches Resultat erhält, Bedingungen erfüllt werden, ganz übereinstimmend mit denen, unter welchen die negative Polarität in den edlen Metallen durch das riechende Princip hervorgerufen wird. Die Thatsache ferner, dass diese Metalle nicht polarisirt werden, wenn man durch die oben angegebenen Mittel die ausströmende Elektricität ihres eigenthümlichen Geruches beraubt, scheint überzeugend darzuthun, dass die Ursache der Polarität nicht in dem elektrischen Ausströmungsakt liegt, sondern dass sie (die Ursache der Polarität) in dem dabei sich entwickelnden riechenden Princip gesucht werden muss. Zu einer gleichen Folgerung führt auch das Factum, dass Gold und Platin negative Polarität erlangen, ob sie dem Einflusse der positiven oder dem der negativen Elektricität ausgesetzt werden; denn hätte letztere unmittelbaren Antheil, an der Polarisation der Metalle, so könnten diese offenbar unter genau entgegengesetzten Umständen sich nicht auf die gleiche Weise polarisiren. Bekanntlich entwickelt sich aber der phosphorartige Geruch an den Spitzen eines negativen Conductors eben so gut, als an denen eines positiven, und weil aus den vorhin angegebenen Gründen die Ursache der negativen Polarität in dem riechenden Princip liegt, so dürfen wir uns auch nicht darüber verwundern, dass in der Nähe positiver und negativer Spitzen die edlen Metalle negativ polarisirt werden. Dass erhitzte Spitzen den elektrischen Geruch nicht entbinden, möchte darin begründet seyn, dass das riechende Princip bei höherer Temperatur mit der Substanz der Spitzen in Verbindung tritt. Warum Wasser, das die Spitzen bedeckt, wie deren Erhitzung wirkt, weiss ich für jetzt nicht anzugeben.

Die merkwürdige Thatsache, dass Gold und Platin nicht in den polaren Zustand treten, wenn sie selbst die ausströmenden Spitzen bilden, hat nach meiner Ansicht ihren Grund ganz einfach darin, dass das riechende Princip unter diesen Umständen nicht an den Metallen haften kann, da beide (Metall und riechendes Princip) wegen der Gleichheit ihres elektrischen Tensionszustandes sich abstossen. Ueber die Thatsachen, dass erhitztes oder befeuchtetes Platin und Gold gegenüber den Ausströmungsspitzen sich nicht polarisiren, und dass Wasserstoff und die Erwärmung die Polarität der edlen Metalle aufheben, brauche ich mich nach den vorangegangenen Erörterungen nicht weiter zu verbreiten.

Aus den Thatsachen, welche sich auf die Polarisation des Goldes und Platins durch gewöhnliche Elektricität beziehen, glaube ich nun den Schluss ziehen zu dürfen, dass der Ursache nach kein Unterschied bestehe zwischen der negativen Polarität dieser Metalle, hervorgerufen durch das riechende Princip, welches bei der Elektrolyse des Wassers entbunden wird und derjenigen, veranlasst durch den riechenden elektrischen Büschel. Lässt man aber diese Folgerung als gegründet gelten, so muss auch zugegeben werden, dass in der Luft, wie im Wasser ein Elektrolyt enthalten sey, dessen elektro-negativer Bestandtheil oder dessen Anion der gleiche Körper ist, der sich bei der Elektrolysation des Wassers an dem positiven Pole entbindet. Da nun das sogenannte Ausströmen der Elektricität aus Spitzen nichts anderes ist, als der Ausgleichungsakt der elektrischen Gegensätze und dieser Akt dasjenige konstituirt, was die Physiker einen Strom nennen, so begreift sich unschwer, wie das riechende Gas an den Spitzen zur Entwicklung kommt. Der vorhin erwähnte, in der Luft enthaltene

Elektrolyt braucht nur in dem Kreise eines solchen Stromes sich zu befinden, damit dessen Bestandtheile auseinander treten, damit derselbe elektrolysirt werde. Da nun, wo der elektrische Ausgleichungsakt am lebhaftesten vor sich geht, da muss auch die Elektrolyse am lebhaftesten stattfinden, somit daselbst auch der stärkste sogenannte elektrische Geruch wahrgenommen und dort auch Gold oder Platin am stärksten negativ polarisirt werden. Diese Folgerungen werden in der That durch die Erfahrung vollkommen bestätigt.

Nachdem wir nun die Thatsachen kennen, von welchen bis jetzt die Rede gewesen ist, wer wird nicht an den eigenthümlichen Geruch denken, den man beim Stattfinden von Gewittern, immer aber in der Nähe eines Ortes wahrnimmt, den der Blitz getroffen. Dieser Geruch wird zwar gewöhnlich als ein schweflichter bezeichnet, von vielen Beobachtern aber auch mit demjenigen des Phosphors verglichen. (Man sehe nach, was *Arago* in dem *Annuaire pour l'an* 1838 über diesen Gegenstand sagt). Zweimal in meinem Leben hatte ich selbst Gelegenheit, den Geruch wahrzunehmen, welcher in Folge von Blitzschlägen entwickelt wurde. Als zwölfjähriger Knabe befand ich mich eines Tages nur wenige Schritte von der Kirche meines Geburtsortes (Metzingen in Würtemberg) entfernt, als ein Blitz in deren Thurm schlug. Da zufälliger Weise die Kirchenthüre offen stand, so ging ich mit mehreren Personen unmittelbar nach erfolgtem Schlage in das Gebäude, und bemerkte gleich bei meinem Eintreten einen ziemlich stark stechenden Geruch, den ich damals auch für schweflicht erklärte. Zu gleicher Zeit war das ganze Schiff der Kirche mit einem bläulichten Dunste erfüllt. Im vorigen Sommer traf der Blitz eine auf der hiesigen Rheinbrüke stehende kleine Kapelle; etwa sechs Stunden nachher kehrte ich nach meiner Wohnung zurück, die etwa 150 Schritte von der Kapelle entfernt liegt. Meine Leute erzählten mir, dass unmittelbar nach erfolgtem Blitzschlage das ganze Haus mit einem stechenden Qualm erfüllt worden sey, der mehrere Stunden bemerklich gewesen. In den Zimmern, deren Thüren häufig geöffnet werden, konnte ich keinen Geruch mehr wahrnehmen, in dem Empfangszimmer aber, das an jenem Tage vor mir noch Niemand betreten hatte, bemerkte ich einen solchen ganz deutlich, und meine herbeigerufene Frau erklärte mir, dass er, obwohl schwächer, ganz gleich mit dem von ihr beim Blitzschlage wahrgenommenen Geruch sey. Wenn ich von der Art desselben Andern eine Vorstellung geben sollte, so würde ich sagen, dass es schwach nach Phosphor und schweflichter Säure roch. Noch muss ich beifügen, dass in den Häusern meiner Nachbarn dieselben Geruchsbeobachtungen gemacht wurden, wie in meiner Wohnung.

Es hätte zwar meines Zeugnisses nicht bedurft, um die Thatsache festzustellen, dass das Einschlagen des Blitzes die Entwicklung eines riechenden Principes veranlasst; allein bei der noch immer sehr grossen Räthselhaftigkeit dieses Phänomens können die Beobachtungen darüber nicht genug gehäuft werden, namentlich von Physikern. Ueberdiess hat die von mir zuletzt erzählte Thatsache noch das Merkwürdige an sich, dass der eigenthümliche Geruch auffallend stark entwickelt wurde, verhältnissmassig weit entfernt vom Gegenstand, den der Blitz getroffen.

Was mich betrifft, so bin ich sehr geneigt, anzunehmen, dass das durch den Blitz entbundene riechende Princip die nämliche Substanz ist, welche durch die Elektricität unserer gewöhnlichen Maschinen und bei der Elektrolysation des Wassers in Freiheit gesetzt wird; und desshalb zweifle ich auch nicht, dass Platin in einem Raume erfüllt mit dem durch einen Blitz entwickelten Geruch, negative Polarität erlangen würde. Auch trage ich die Ueberzeugung, dass wenn an gewitterhaften Tagen Platin oder Goldbleche in höhere Luftregionen gebracht würden, dieselben in den electro-negativen polaren Zustand träten. Ich spreche hier diese Vermuthung namentlich auch in der Absicht aus, um die Physiker zu derartigen Versuchen zu veranlassen.

Der Blitz ist im Grossen, was die aus Spitzen strömende Elektricität im Kleinen; der das riechende Princip enthaltende elektrolytische Körper ist durch die ganze Atmosphäre verbreitet, und wird letztere von Blitzen durchzuckt, so erfolgt da, wo diese Erscheinung statt findet, im grossen Massstabe Elektrolysation jenes zusammengesetzten Körpers und dessen Anion wird in verhältnissmässig bedeutenden Quantitäten entbunden. Daher der starke durch Blitzschläge entwickelte Geruch. Die Aussage der Einen, dass derselbe schweflicht, die Behauptung der Andern, dass er phosphorartig sey, können beide wahr seyn; denn ich habe bemerkt, dass wenn die durch die Elektrolyse des Wassers entbundene Substanz in einem Gefässe möglichst stark angehäuft wird (wie diess z. B. in der Zersetzungszelle geschieht) dieselbe etwas stechend riecht, und dass ihr Geruch mehr demjenigen des Phosphors gleicht, wenn sie mit Luft verdünnt wird. Nun weiss Jedermann, dass das vulgäre Urtheil alles als schweflicht bezeichnet, was das Geruchsorgan stechend afficirt. Kommt der durch den Blitz entbundene gasförmige Körper koncentrirt in die Nase des Beobachters, so wird dieser von der Wahrnehmung eines Schwefelgeruches reden, wenn mit viel Luft verdünnt von derjenigen eines phosphorartigen. Aus Gesagtem folgt auch, dass je näher wir dem Orte sind, wo das Blitzphänomen statt findet, um so stechender wird auch der von uns wahrgenommene Geruch seyn.

Eine wichtige Frage muss ich noch erheben, bevor ich diese Abhandlung schliesse. Ist der von mir vorausgesetzte Elektrolyt in der Luft vorhanden unabhängig von dem in ihr sich befindenden

Wasserdampf, oder wird jener durch diesen in die Atmosphäre geführt? Diese Frage kann natürlich einzig nur auf dem Wege der Erfahrung beantwortet werden, und ich habe bis jetzt noch nicht die Zeit gehabt, die Sache durch Versuche auszumitteln. Würde der elektrolytische Körper durch die Verdampfung des Wassers der Luft zugeführt werden, so müsste unter sonst gleichbleibenden Umständen mit dem Feuchtigkeitszustand der letztern auch die Intensität des elektrischen Geruches wechseln, welcher sich an ausströmenden Spitzen entwickelt und gar kein Geruch dürfte entbunden werden, wenn die Elektricität in vollkommen wasserfreie Luft überginge. Ich brauche kaum zu sagen, dass je nachdem das Experiment die gestellte Frage beantwortet, wir Probleme von neuer und höchst wichtiger Art zu lösen haben werden. Welchen weitausgehenden Vermuthungen würde z. B. die Thatsache nicht Raum geben, dass in einem Gemenge von reinem Sauerstoff und Stickstoff das polarisirende und riechende Princip sich erzeugte? Eben so wichtig zu wissen ist, ob Wasser das auf synthetischem Wege aus chemisch reinem Sauerstoff und Wasserstoff gebildet worden, durch seine Elektrolyse die riechende Substanz liefert.

Wie nun dem aber auch seyn mag, das Vorhandenseyn des fraglichen Elektrolyten im Wasser und in der Luft, den auf der Erdoberfläche am meisten verbreiteten Materien, kann kaum fehlen, eine wichtige Bedeutung zu haben, und fernere Untersuchungen dürften herausstellen, dass dieser Körper in dem Haushalte der belebten wie unbelebten Natur, namentlich aber bei den elektrischen Phänomenen unsers Planeten eine grosse und bis jetzt noch ungeahnte Rolle spielt. Dass die Physiker und Chemiker von dem Daseyn einer solchen Verbindung bis jetzt noch keine Kenntniss oder nur eine Ahnung haben, beweist nichts gegen deren Existenz. Hat doch ein sehr greifbarer Körper zwanzig Jahre hindurch die geschicktesten Analytiker getäuscht und sie zu der Annahme veranlasst, nichts ihm Fremdartiges schliesse er in sich, und heute erfahren wir, dass derselbe gemischter Beschaffenheit sey. Und welcher Chemiker hat vor Davy's glänzenden Entdeckungen Kunde gehabt von den Metallen, welche einen so bedeutenden Bestandtheil der Alkalien und Erden ausmachen?

Denken wir uns den fraglichen Elektrolyten nur in verhältnissmässig kleinen Mengen durch die Atmosphäre und im Wasser verbreitet, und nehmen wir an, derselbe sey in vielen Beziehungen dem Wasser sehr ähnlich, so ist leicht begreiflich, warum bis jetzt unsere chemischen Reagentien die Existenz der in Rede stehenden Substanz nicht nachgewiesen haben.

Damit wir übrigens über den in dieser Abhandlung besprochenen Gegenstand vollständige Gewissheit erlangen, ist vor allem nothwendig, dass die riechende Substanz isolirt und in merklicher Menge dargestellt, und deren chemische Beziehungen zu andern Körpern genau ermittelt werde. Dieser Zweck lässt sich vor der Hand nur dadurch erreichen, dass man mit Hülfe der bewunderungswürdigen, nach dem Grove'schen Princip konstruirten Säule Wasser in möglichst grossen Quantitäten elektrolysirt. Der hiebei erhaltene Sauerstoff wird gesondert aufgefangen und das mit ihm vermengte riechende Gas durch geeignete Mittel abgeschieden. Vielleicht eignet sich zu diesem Behufe am besten das Quecksilber, von dessen Verbindung mit dem riechenden Princip anzunehmen ist, es lasse sich durch starke Erhitzung zerlegen.

Indem ich diese Arbeit schliesse, kann ich nicht umhin den Wunsch zu äussern, dass die Physiker und Chemiker, welche geneigt sind, mit mir die oben besprochenen Erscheinungen weiter zu verfolgen, sich in den Besitz eines Grove'schen Apperates setzen möchten; denn nur durch dieses mächtige Werkzeug ist es mir möglich geworden, die Thatsachen zu ermitteln, von denen die erste Abtheilung dieses Aufsatzes handelt. Die Grove'sche Säule wird, ich bin dessen fest überzeugt, in einer nahen Zukunft schon, auf dem Gebiete der Chemie zu Entdeckungen führen, wenigstens eben so glänzend, als diejenigen waren, mit welchen der grosse brittische Naturforscher die Wissenschaft im Anfange dieses Jahrhunderts bereichert hat.

Basel, den 10. April 1840.

Inhalt.

Seite.

I. Darstellung der Temperaturverhältnisse an der Oberfläche der Erde. Von Conservator *Dr. J. Lamont* in München (mit 7 lithograph. Tafeln) 1

II. Ueber die Anwendbarkeit der imaginären Zahlformen in der Geometrie. Von *Franz Moth*, k. k. Professor in Linz (mit 1 lithogr. Tafel) 87

III. Fossile Ueberreste von einem Affen und einigen andern Säugthieren aus Griechenland. Beschrieben von Prof. *Dr. Andreas Wagner* in München (mit 1 lithogr. Tafel) 150

IV. Beschreibung einiger neuer Nager, welche auf der Reise des Herrn Hofraths *von Schubert* gesammelt wurden, mit Bezugnahme auf einige andere verwandte Formen von *Demselben* (mit 3 lithogr. Tafeln) 175

V. Plantarum novarum vel minus cognitarum, quae in horto botanico herbarioque regio monacensi servantur, fasciculus quartus. Descripsit *Dr. J. Ger. Zuccarini* (cum tabulis lapidi incisis IX.) . 219

VI. Beobachtungen über den bei der Elektrolyse des Wassers und dem Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen sich entwickelnden Geruch. Von Prof. *C. F. Schönbein* in Basel . . 255

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DRITTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG

DIE ABHANDLUNGEN VON DEM JAHRE 1841 ENTHALTEND.

INHALT.

I. Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Erythroxylon* von *C. Fr. Ph. v. Martius* 281

II. Vergleichende Darstellung des inneren Baues der Haare von *Dr. M. Erdl.* 413

III. Ueber die Absorption der Salze durch gesunde, mit unverletzten Wurzeln versehene Pflanzen. Von Conservator *Dr. A. Vogel* . . . 455

IV. Untersuchungen über den Bau der Zähne bei den Wirbelthieren, insbesondere den Nagern, von *Dr. M. Erdl* 483

V. Ueber die Darstellung des Curcumins, dessen chemische Eigenschaften und elementare Zusammensetzung von *Dr. A. Vogel jun.* . . . 549

Beiträge
zur
Kenntniss der Gattung
Erythroxylon.

Von

Dr. C. Fr. Ph. v. Martius,

o. M. der Akademie.

Beiträge zur Kenntniss der Pflanzengattung Erythroxylon.

Von

Dr. C. Fr. Ph. v. Martius,

o. M. d. Akad.

Die Gattung Erythroxylon ist von **Patrick Browne** im Jahre **1756** in dessen Naturgeschichte von Jamaica aufgestellt worden. Dem dort gegebenen Gattungscharakter liegen zwei Arten zu Grunde, deren Identität mit den bis jetzt systematisch bekannt gewordenen Arten noch nicht für beide ermittelt ist *). Sieben Jahre später beschreibt **Jacquin** **) einige Arten. Andere wurden in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts durch **Lamarck** ***),

---

*) Patr. Browne Natur. History of Jamaica (1756) p. 278. Die eine Art wird als *E. areolatum L.* aufgeführt.

**) N. J. Jacquin Histor. sel. stirpium amer. (1763) p. 134.

***) Dictionnaire II. (1786) p. 394.

Cavanilles*), Vahl**) und Roxburgh***) hinzugefügt. In der Beschreibung der von den Hrn. v. Humboldt und Bonpland aus Amerika zurückgebrachten Pflanzen führt Herr Kunth†) 6 Arten auf, und den letzten und erheblichsten Zugang hat die Gattung durch die Entdeckungen des Herrn Aug. de St. Hilaire in Brasilien erhalten, indem derselbe 14 neue Arten aufstellt ††). Der Gattungscharakter hat bei dieser Vermehrung von Artbeschreibungen keine sehr wesentliche Aenderung oder Verbesserung erlitten, was sich am deutlichsten darstellen wird, wenn wir ihn aus verschiedenen Perioden zusammenstellen.

Patr. Browne 1756.	Linne Gen. edit. VI. 1764.
PERIANTHIUM campanulatum parvum, ultra medietatem in 5 partes lanceolatas sectum. COROLLA: petala 5, oblongo-ovata, appendiculis totidem foliaceis, fimbriatis, ad basin interne ornata. STAMINA: filamenta 10, brevia, inferne coalita, superne distinctissima; ANTHERAE oblongae. PISTILLUM: germen oblongo-ovatum; STYLI 3, erecto-patentes, ab ipsa summitate germinis orti, recedentes, staminibus longiores; STIGMATA globosa crassiuscula. BACCA parva, oblonga, unilocularis. Nucleus 1, trilobus, inaequalis, nauco ligneo tectus.	PERIANTHIUM monophyllum quinque fidum turbinatum, laciniis ovatis acutis, minimum, marcescens. PETALA 5, ovata, concava, patentia. Nectarium squamis 5, emarginatis, erectis, coloratis, basi petalorum insertis. FILAMENTA 10, longitudine corollae, basi connexa membrana truncata, ANTHERAE cordatae. GERMEN ovatum. STYLI 3, filiformes, distantes, longitudine staminum. STIGMATA obtusa crassiuscula. DRUPA ovata, unilocularis. Nux oblonga, obtuse quadrangularis.

---

*) Dissertatio botanica octava (1789) p. 399.

**) Symbolae botanicae III. (1794) p. 59. 60.

***) Plants of Coromandel I. (1795) t. 88.

†) Nova genera et spec. plant. V. (1821) p. 175 ssq.

††) Flora Brasiliae meridionalis II. (1829) p. 93 ssq.

Kunth 1821.	St. Hilaire 1829.
CALYX 5-partitus, ima basi 5-angularis. PETALA 5, hypogyna, basi lata, intus squama aucta, aequalia. STAMINA 10, hypogyna, filamentis basi in urceolum connatis. OVARIUM 1- vel 3-loculare, loculis 2 vacuis; ovulo solitario, pendulo. STYLI 3. STIGMATA subcapitata. Discus nullus. DRUPA oblonga, cylindraceo-angulata, monosperma. ENDOSPERMUM corneum. EMBRYO centralis, rectus. Radicula supera.	CALYX 5-partitus, raro 5-fidus. PETALA 5, hypogyna, basi lata, squama intus aucta, aequalia. STAMINA 10 hypogyna: FILAMENTA basi in urceolum connata, ANTHERAE parvae, mobiles, introrsae, 2-loculares, longitudinaliter dehiscentes. OVARIUM 1- vel 3-loculare, loculis 2 vacuis. Ovulum 1, ex apice loculamenti pendulum. STYLI 3, distincti aut rarius magis minus coaliti. STIGMATA totidem. DRUPA 1-sperma. PERISPERMIUM carnosum vel nullum. EMBRYO axilis, rectus. Radicula ad umbilicum spectans, supera.
FRUTICES aut ARBORES; ramuli juniores stipulis imbricatis obtecti et compressi. FOLIA alterna, rarissime opposita. Stipulae axillares. FLORES terminales, axillares, post folia delapsa laterales, solitarii, gemini aut fasciculati; pedunculis basi bracteatis.	*SUFFRUTICES, FRUTICES aut ARBORES. Ramuli apice compressi. FOLIA alterna, rarissime opposita (ex Kunth), integerrima. STIPULA axillaris, concava. FLORES solitarii, gemini aut fasciculati, ex axillis foliorum squamarumve stipulacearum nascentes, albidi aut flavo-virescentes. PEDUNCULI 5-angulati, gradatim incrassati.*

Herr Kunth stellte bei der Bezeichnung obiger Charactere die Gattung *Erythroxylon*, die bis dahin als eine heteroklite Form der Malpighiaceae war betrachtet worden, als eine eigene Familie der ERYTHROXYLEAE auf, und trennte von ihr das *Erythroxylon monogynum* Roxb. (Corom. I. t. 88) wegen des einfachen Griffels unter dem Namen *Sethia*. Diese Aenderungen wurden von seinem Nachfolger St. Hilaire nur in Rücksicht auf die Geltung der Erythroxyleae als eigenthümliche Pflanzenfamilie angenommen; die Gattung *Sethia* aber wurde wieder mit *Erythroxylon* vereinigt.

Da ich Gelegenheit gehabt habe, viele *Erythroxyla* auf meiner Reise in Brasilien zu beobachten, und mir überdiess durch die gefällige Mittheilung der Herren **Jussieu** in Paris, **Klotzsch** in Berlin, **Endlicher** in Wien, die von **St. Hilaire**, **Sellow**, **Pohl**, **Schott** und **Mikan** in jenem Lande gesammelten Arten zu Gebote standen, so glaubte ich im Interesse der Wissenschaft eine möglichst genaue Untersuchung dieser Pflanzen vornehmen zu müssen, theils um ihren sehr eigenthümlichen morphologischen Charakter in ein helleres Licht zu setzen, theils um für das System eine feste Grundlage der Artenkenntniss zu erhalten. In diesem Sinne werde ich in dem ersten Theile meiner Abhandlung versuchen, die Gattung genau zu charakterisiren, und die Eigenthümlichkeit ihrer Morphose darzustellen; im zweiten aber werde ich die Beschreibung der in Brasilien beobachteten Arten mit einigen vergleichenden Blicken auf die anderer Länder folgen lassen.

ERYTHROXYLON PATR. BROWNE

(Venelia et Roelana *Commers. Mss.* — Sethia *Kunth.*)

Character differentialis.

Calyx hypogynus 5-fidus, rarius 5-partitus. *Corolla* pentapetala, regularis. *Petala* patentia, intus ligula erecta, duplicata, antica biloba postica subsimplici munita. *Stamina* 10 hypogyna: *filamenta* basi in tubum vel urceolum connata; *antherae* ovato-globosae. *Ovarium* 3-loculare, loculis plerumque 2 vacuis, *ovulo* solitario pendulo. *Drupa* monosperma. *Embryo* axilis, rectus, homotropus, intra albumen farinaceo-carnosum aut nullum.

Frutices vel arbusculae, alternifolia. Folia disticha, stipula intrapetiolari, innovationum prima saepe in ramenta squamaeformia depauperata. Pedunculi bracteolati ex alis foliorum vel ramento-

rum, solitarii, aut nonnulli vel plures aggregati, fasciculati glomerative. Flores parvuli, petalis albicantibus. Drupae coccineae.

Character naturalis.

Frutices aut arbusculae, ligno subtili firmo, in aqua plerisque perdurabili, plerumque pallido, libro et radiis medullaribus rubellis. Rami teretes, saepe cortice crassiusculo aut verruculoso. Ramuli novelli compressi, subbifariam positi. Folia alterna, subdisticha, simplicia, breviter petiolata et stipulata; stipula intra petiolum enata, erecta, facie postica concava, antica convexa et bicarinata, ramulo transversim adnata, membranacea, longitudinaliter striata et nervosa, nunc decidua nunc persistens et basi plus minus lignescens. Petiolus brevis, teretiusculus, superne sulco tenui exsculptus, latere nonnunquam a laminae basi nonnihil decurrente subalatus. Lamina plerumque ovata aut obovata, integerrima, magnitudine et circumscriptione mirum in modum varia; folia juniora plerumque compagis tenerae herbaceae, adultiora magis magisque crassescentia atque consistentiam foliorum Lauri adepta, opaca aut luci conversa punctula diaphana exhibentia. Nervus excurrens, subtus prominens supra plerumque nonnihil concavus. Venae et venulae intra marginem arcuato-combinatae, vario modo anastomosantes. Pubes in nulla parte, nisi in foliorum pagina inferiore, ibidemque rarissime obvia, ex utriculis septatis densis constans. Gemmatio nuda, i. e. folia non ope squamarum obtegentium involucrata; biformis tamen: innovationes nempe semper concomitatae foliis depauperatis s. ramentis, quae in superiore parte folia sequuntur omnino evoluta. Ramenta disticha, semiamplectentia, triangularia aut oblonga, superne concava, subtus convexa, bicarinata, membranacea, longitudinaliter nervosa et striata.

*Sunt vero foliorum partes mere vaginales sive stipulares, tam petiolo quam lamina destitutae. Pro laminae rudimento autem nonnunquam ferunt aristam subulatam, rectam aut basi tortam, e dorso medio inter carinas enatam, tandem deciduam. Nervi ramentorum carinales in setas saepe promissi. **Ramenta** in ramulis adultioribus saepe persistunt eosque squamarum specie muniunt nunc arcte disticha (circinnata) nunc a se dimota. Folia completa supra ramenta promuntur. **Flores** nunquam ex apice ramorum terminales, sed semper laterales ex alis foliorum aut ramentorum, fulti aut ipso ramulo folium ramentumve ferente, aut ramulo decurtato laterali non evoluto. **Axis** florifer semper simplicissimus i. e. pedunculus non in pedicellos abiens; ima basi bibracteolatus, pentagonus, angulis cum divisionibus calycis alternantibus, sursum incrassatis.*

Calyx plerisque monophyllus, 5-fidus aut 5-dentatus, rarius 5-partitus et subpentaphyllus, divisionibus tunc in alabastro quincunciatim sibi imbricatis. *Corolla* aestivatione quincunciali, alabastro obovato vel turbinato subpentagono. *Petala* ex imo calyce, hypogyna, inter se libera, aequalia, cum calyce alternantia, tenuia, parva, alba aut albo-virentia, lineari-oblonga vel elliptica, brevissime unguiculata, obtusa, uninervia, patentia, supra primum trientem intus promissa in *ligulam* teneram duplicatam: anteriorem majorem, bilobam, posteriorem simplicem. Ligulae sub anthesi quasi verticaliter erectae et conniventes. *Stamina* 10, hypogyna, monadelpha, basi nimirum coalita in urceolum s. tubum stamineum cylindricum aut doliiliformem, carnosulum, album, vertice truncatum et levissime 5-aut 10-crenatum denticulatumve. *Filamenta* in alabastro intorta et circumflexa, sub anthesi erecta et sub fructu maturescente saepe excrescentia, filiformia, 5 exteriora interdum breviora tubo stamineo intra marginem altius adnata. *Antherae* subglobosae aut ovatae, erectae, biloculares, loculis intus convexis et omni longitudine rima aperiun-

dis. *Connecticulum* tenue, inconspicuum aut specie verruculae terminalis promissum. *Pollen* subglobosum, rimis tribus, singula uniporosa. *Pistillum* liberum, foliis carpicis tribus conflatum. *Ovarium* triloculare, mox abortu loculorum uniloculare. *Ovulum* solitarium in uno loculo ex axi pendulum (rarissime ovula 2 in duobus loculis), anatropum, micropyle faciei ovarii centrali obversa. *Styli* tres, tenues, distincti aut rarius plus minus alte in unum connati. *Stigmata* dense papillosa, clavaeformia aut hemisphaerico-capitata. *Drupa* ovata aut oblongo-conica. *Epidermis* coccinea aut ignea. *Caro* parca. *Putamen* papyraceum aut lignescens, loculos abortivos plerumque includens, monospermum. *Testa* tenuis. *Albumen* farinaceo-carnosum, saepe fere nullum. *Embryo* axilis, pendulus, homotropus, cotyledonibus incumbentibus, dorso convexis, ventre planis; rostello conico supero, parvo; cauliculo vix distincto.

Zur weitern Ausführung des so eben dargestellten Gattungscharakters füge ich noch einige Bemerkungen bei, indem ich die einzelnen Merkmale in der angenommenen Ordnung verfolge.

Truncus. Rami. Ramuli.

Die von mir beobachteten Erythroxyla waren insgesammt dichtbuschichte schlanke Bäume von angenehmem Ansehen, oder ausgebreitete Gesträuche. Der Stamm der ersteren erhebt sich kaum über 30 Fuss Höhe. Er giebt gewöhnlich schon vom Grunde an mehrere starke Aeste ab, welche meistens nicht stark vom Hauptstamme divergiren. In ähnlicher Weise sind auch die Hauptäste verzweigt. Gemäss der zweizeiligen Stellung der Blätter sollte man glauben, dass das ganze Gewächs eine regelmässig zweizeilige und steife Verzweigung darstellen müsste; die Natur überwindet aber den Typus der Dispositio bifaria durch lokale Verkümmerung und Drehung der Aeste, so dass der Gesammtumriss schwerlich mehr auf die ursprüngliche Stellung der ersten Aeste und Zweige zurückschliessen lässt. Nur bei den kleineren, strauchartigen Arten (z. B. *Erythroxylon microphyllum*, *subrotundum*) bemerkt man eine durchgreifend zweizeilige Stellung der secundären Zweige, welche gewöhnlich von unten nach oben in einer gewissen Regelmässigkeit verkürzt erscheinen. Wenn sich dann die Hauptzweige steif ausbreiten, oder unter weiten Bögen herabkrümmen, so erhält der Strauch dadurch ein sehr eigenthümliches, sparriges Ansehen.

Der Stamm und die Hauptäste sind stets rundlich, und von der häufigen Verkümmerung einzelner Aeste an ihnen mit deutlichen Astnarben und Fladerbildungen besetzt. Die jüngeren Zweige sind immer zusammengedrückt, eckig, ja manchmal fast zweischneidig. Solche junge Triebe unterscheiden sich auch überdiess sehr augenfällig von den älteren Theilen durch die Glätte der Oberhaut, welche eine hellgrüne oder bräunliche Farbe hat, und bisweilen auch bläulich angelaufen ist. Die ältere Rinde ist dunkelbraun oder röthlich grau und mit einer grauen, in Längsfurchen, Rinnen oder Punkte vertieften Epidermis bedeckt. Mit zunehmendem Alter entwickelt sich die innere Rindenschicht in vorwiegender Ueppigkeit, und bricht durch jene Furchen und Poren der Oberhaut hervor. So sieht man zweijährige Triebe oft in grosser Ausdehnung mit Wärzchen und Warzen einer gelblichbraunen Korksubstanz überzogen, und manche Arten (z. B. E. *microphyllum*) werden dadurch vorzugsweise charakterisirt. Ueberhaupt aber waltet in unserer Gattung die Anlage einer sehr starken Korkschicht in der Rinde vor, und gewisse Arten, welche in offenen, der Sonne und dem Winde ausgesetzten Fluren leben (*E. suberosum*, *tortum*, *Daphnites*) bilden die Korksubstanz in so grossem Maasse aus, dass sie bis zur Dicke eines Zolles anwächst, und den Holzkörper der Zweige an Durchmesser um's Doppelte übertrifft. Dieser Kork trennt sich dann oft in unregelmässige Felder, die mehr oder weniger dem Alter und der Länge der Triebe entsprechen, zu welchen sie gehören.

Innerhalb derjenigen Rindenlage, aus welcher sich der Kork hervorzubilden pflegt, findet man bei den meisten Arten eine zweite, die sich durch ihre dunkle, rothe oder bräunliche Farbe auszeichnet. Sie besteht aus einem dichten Zellgewebe, dessen cubische oder oblonge Zellen von einem braunen Extractivstoffe sehr stark tingirt sind. In zolldicken Zweigen ist diese Schichte manchmal wohl eine bis zwei Linien dick. Sie ertheilt gewissen Arten das Vermögen, als Farbstoff zu dienen, wie denn *Erythroxylon suberosum* *) und *tortuosum* in Brasilien zu diesem Zwecke verwendet werden. Bei dem *Erythroxylon areolatum* L. von Jamaica, welches dort auch Red-Wood, Rothholz, genannt wird, ist, nach Patr. Browne a. a. O., die innerste Rinde fleischröthlich und das Holz braun, was ihn mag bestimmt haben, der Gattung ihren systematischen Namen zu geben; übrigens findet sich bei der Mehrzahl der mir bekannt gewordenen Arten jene braune Farbe nicht im Holze, das vielmehr oft weisslich oder sehr blassröthlich gefärbt ist.

Diese Betrachtung der Rinde führt mich noch einen Schritt weiter zur Schilderung der inneren Gestaltung, wobei ich mich übrigens sehr kurz fassen kann, da mir mein Freund, Hr. Prof. Hugo Mohl, der grosse Kenner dieser Verhältnisse, gemeldet hat, dass die ihm mitgetheilten Materialien keine im Wesentlichen von dem allgemeinen Bau der Dicotyledonen abweichende Morphose gezeigt hätten.

---

*) Aug. de St. Hilaire Plantes usuelles des Brésiliens t. 69.

Das Holz der Erythroxyla-Arten ist von grosser Dichtigkeit und Festigkeit, es dauert auch in der Erde sehr lange aus, und *E. areolatum* ist deshalb in Jamaica auch unter dem Namen Iron-Wood — Eisenholz — ein beliebtes Baumaterial, wenn gleich der Stamm des Baumes nur zu geringer Dicke anwächst. Unter dem Mikroskope zeigten mir mehrere Arten von Erythroxylon, die ich phytotomisch untersucht habe (E. *suberosum*, *campestre*, *columbinum*), einen Holzkörper, in welchem man keine einfachen Spiralgefässe unterscheiden konnte. Er besteht aus grossen, mit zahlreichen Poren versehenen Zellen, aus andern sehr dickwandigen, fast hornartigen, fast kubischen Zellen, welche sehr starke Markstrahlen bilden, aus einem dazwischen liegenden, kleinen Zellgewebe, verhältnissmässig wenigen, aber starken und elastischen Prosenchym-Zellen und aus grossen punktirten Röhren. Das Auffallendste dabei schien mir, dass die letzteren, namentlich in jüngeren Trieben, keine sehr regelmässige concentrische Stellung zeigten, so dass man bisweilen versucht werden könnte, dieser innern Gestaltung den Typus der Dikotyledonen abzusprechen. Bei älterem Holze dagegen tritt dieser Typus doch deutlich hervor.

Das Holz der Erythroxyla ist im Allgemeinen schwer. Die übrigen physikalischen Eigenschaften desselben scheinen aber vorzugsweise von dem Standorte abzuhangen. Solche Arten nämlich, welche in trocknen, sehr heissen Gegenden wachsen, wo sie oft Jahre lang den Regen entbehren müssen, haben ein vorzugsweise feines, dichtes Gefüge im Holze, jene dagegen, welche in den feuchteren Caa-apoam *(Capões)*, und in den Schlagwaldungen, der Caa-apoera wachsen, sind von gröberer Faser, und wahrscheinlich auch nicht so dauerhaft, wenn zu Bauten oder zu Maschinen verwendet.

Herr Kunth sagt zwar von den Blättern der Erythroxyla: „Folia alterna, rarissima opposita“ *); ich muss aber bemerken, dass sie ihrer Stellung nach durchgreifend abwechselnd und nur manchmal, dem Scheine nach, gegenständig genannt werden dürfen. Eines der wesentlichsten Momente in der Gestaltung der Erythroxylen ist die eigenthümliche Art, in welcher die Blätter sich bald vollständig entwickeln, bald die eine oder andere ihrer drei organischen Dimensionen unterdrücken. Wenn wir nämlich die Mehrzahl der Blätter im ganzen Gewächsreiche in's Auge fassen, und daraus einen Typus für die regelmässige Entfaltung des Blattes abstrahiren, so finden wir, dass ein jedes vollkommen ausgebildete Blatt aus drei organischen Theilen, gleichsam aus eben so vielen Gliedern bestehe, aus dem Scheidentheile, dem Blattstiele und dem Breitentheil. Mit dem Vaginaltheile beginnt es seine organische Selbstständigkeit anzudeuten, indem hier die erste Divergenz von den Gefässen des Stengels eingeleitet wird. Einmal von dem Achsengebilde gesondert, erleidet es darauf eine Veränderung durch Convergenz und Vereinigung seiner Gefässe im Blattstiele. Von dieser zweiten Stufe an erhebt es sich in der Lamina zu einer vollständigern Sonderung, indem es die Ausbreitung in die Fläche vollendet. Ein Blatt, an welchem sich diese drei Partieen, Zonen oder Dimensionen entfaltet zeigen, habe ich mit dem Namen Holophyllum zu bezeichnen vorgeschlagen. Bleibt es auf der ersten Stufe als Scheidenblatt stehen, so stellt es gemeiniglich eine

---

*) Nova Genera et Spec. plantar. V. 175. Das *E. squamatum Vahl*, welches hier als oppositifolium angegeben wird, ist es in Wahrheit nicht. Vahl (Symbol. III. 60.) nennt die Blätter ausdrücklich alterna.

Schuppe dar, die nicht selten rings um den Stengel verwachsen bleibt, Hohl- oder Schuppenblatt: Coelophyllum. Das Blattohr (Stipula) gehört seiner Genesis nach zu dem Scheidentheile des Blattes. Entwickelt es auch den Blattstiel, so wird es ein Stielblatt: Steleophyllum, eine Formationsstufe, die wir bei vielen Pflanzen in der Art auftreten sehen, dass der Stiel durch Verflachung bandartig wird, wie z. B. bei den Gräsern, und in anderer Weise bei vielen derjenigen Blattanamorphosen, welche die Systematik als Phyllodia zu bezeichnen pflegt (Acaciae sic dictae aphyllae). Wenden wir diese allgemeinen Abstractionen auf die Gattung Erythroxylon an, so begegnen wir hier dem besondern Falle, wo die Triebe mit unvollständigen Blättern anfangen, und erst gegen ihr Ende hin Holophylla entfalten. Dieses Verkommen ist an und für sich sehr häufig, indem namentlich unsere einheimischen Bäume ihre Triebe mit Schuppenblättern beginnen, welche zugleich als Schutz- und Deckblätter für die darauffolgenden vollständigen Blätter dienen. Während aber hier diese Schuppen dicht aufeinander gedrängt stehen, und meistens alsbald abfallen, wenn sie für die späteren und vollkommneren Blätter nicht mehr nöthig sind, bleiben sie bei Erythroxylon in sehr vielen Fällen unterhalb der Holophylla stehen. Sie erscheinen nicht sowohl als eine *äussere* Vorbedingung des darauffolgenden, erst unter ihrem Schutze möglichen Entfaltungsprozesses der vollständigen Blätter, sondern sie stellen vielmehr nur die niedrigere Stufe der letztern selbst vor, da diese in einem tropischen Klima der Deckung und Verwahrung vor Kälte oder Sonnenstich nicht bedürfen. Dieser Deutung gemäss findet man auch an diesen Blättern, welche die untere Formation am Triebe ausmachen, noch eine Lamina, aber diese erscheint nur unter der Form einer Granne auf dem Rücken des Schuppenblattes, in ähnlicher Weise wie auf den Spelzen der Gräser, welche rücksichtlich ihrer ganzen äussern Gestaltung manche frappante Aehnlichkeit mit diesen Schuppenblättern von Erythroxylon darbieten. Diess Verhältniss wird um so deutlicher, je schärfer wir die Formation und Structur der entwickelten Blätter in's Auge fassen. Hier nämlich ist der Vaginaltheil auf eine sehr eigenthümliche Weise abgewandelt: er erscheint als eine Stipula intrapetiolaris (welche man auch anterior, intrafoliacea, axillaris zu nennen pflegt). Wenn in dem gewöhnlichen Falle, z. B. bei der Rose, der Blattstiel sich rechts und links von seinem Ursprunge in ein Blattohr erweitert, so erhebt sich bei Erythroxylon die Stipula aus dem innersten Winkel seines Anheftungspunktes, und umfasst mit der obern concaven Seite zur Hälfte den Zweig, während die untere zwei Stielnerven zeigt, welche der ganzen Länge nach durch die, hier nicht mehr halbirte, sondern ein einziges Blättchen bildende Stipula, fortlaufen. Es ist diess dieselbe Bildung, welche man, wenn schon auf die eine oder andere Weise abweichend, bei sehr verschiedenen Pflanzenfamilien, wie z. B. bei vielen Papilionaceis (z. B. *Pisum*), bei den anomalen Rutaceis (*Melianthus*), und bei den Lardizabaleis findet. Das vollständige Gegenbild dieser Art von Stipula haben wir bei anderen Papilionaceis (*Astragalus*, *Onobrychis*), bei *Mercurialis annua* u. s. w., wo sie auf der, dem Blattstiele gegenüber liegenden Seite verwachsend, den Zweig halbseitig einscheidet (Petiolo opposita).

Mit diesen so eben beschriebenen Blattohren haben die am Zweige unteren, unvollständigen Blätter von Erythroxylon die grösste Aehnlichkeit, so zwar, dass sie auch von manchen Schriftstellern geradezu *Stipulae*, Blattohren, oder *Squamae stipulaceae* (*Lepides* Link) genannt werden. Ich glaubte jedoch besser zu thun, wenn ich sie mit dem bezeichnenden Namen der *Ausschlagschuppen*, *Ramenta*, in die Beschreibung einführte; denn sie sind ja wirklich nicht etwa bloss Theile von Blättern, sondern vielmehr selbstständige Blätter, die nur auf einer tieferen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind. Diese Ausschlagschuppen erscheinen ihrem Umrisse nach, wenn vom Zweige abgelöst und flach ausgebreitet, gemeiniglich langgestreckt dreieckig, bisweilen aus dem Dreieckigen in's Lanzettförmige übergehend. Sie sitzen halbumfassend am Stengel fest. Auf dem desshalb convexen Rücken sind sie in eine Längsfurche vertieft, welche fast am untersten Grunde beginnt, und bis in die Spitze fortläuft. Die Furche wird auf jeder Seite von einem, mit ihr parallelen Nerven begränzt, welcher in vielen Fällen als Borste über den allgemeinen Umriss hervortritt. Manchmal sind diese Borsten hakenförmig zurückgekrümmt (*E. coelophlebium*). Zwischen ihnen verlängert sich bisweilen die eigentliche Spitze des Ausschlagblattes in eine dritte Borste. Ausser den erwähnten Kielnerven laufen parallel mit denselben mehr oder weniger andere Nerven durch das Blatt hin, hören aber meistens etwas unterhalb des Randes auf. Die Textur von jüngeren Ausschlagsschuppen ist gewöhnlich häutig, mehr oder weniger trocken, wo sie dann auch in ihrer Farbe zwischen hell- und dunkelbraun in verschiedenen Nuancen gefärbt erscheinen. Selten sind sie krautartig und von hellgrüner Farbe. Was ihre Grösse betrifft, so variiren sie zwischen einer halben Linie und einem halben Zoll Länge. Am häufigsten sind sie zwei bis drei Linien lang. An ganz jungen Trieben stehen sie vertical aufgerichtet, und stellen, indem sie sich mit ihren Rändern gegenseitig einscheiden, die Form eines Thyrsusknopfes dar. Sobald sich aber die Spindel zwischen ihnen verlängert, treten sie nach aussen zurück, und fallen entweder ab, oder bleiben, bald näher, bald ferner von einander, in zwei Zeilen stehen. Sie sind gewöhnlich unbehaart, nur in wenigen Fällen habe ich eine Wolle von lockeren rostbraunen Haaren auf ihnen getroffen.

Bei jungen Ausschlagschuppen findet man gewöhnlich auf dem Rücken auch das Rudiment der eigentlichen Lamina. Dieselbe ist aber niemals als ein Breitenorgan, sondern immer nur als eine Granne, ja bisweilen sogar nur als ein unscheinbares Härchen entwickelt. Die Granne ist nach Länge, Dicke und Ort des Ursprungs sehr verschieden, meistens kürzer als die Ausschlagschuppe. Sie streckt sich entweder gerade vor, und legt sich dann in die Mittelfurche, oder sie ist am Grunde etwas gedreht und steht schräg ab. An älteren Ausschlagschuppen findet man sie nicht mehr. Vermöge dieses Theiles hat die Ausschlagschuppe die grösste Aehnlichkeit mit einer Grasspelzklappe, und in der Zusammensetzung mehrerer solcher zweizeilig gestellter Schuppen erkennt man sehr deutlich den Typus des vielblüthigen Grasährchens. Der untere Theil der Schuppe pflegt sich in den meisten Fällen zu verdicken und stehen zu bleiben, während der obere durch den Einfluss der Witterung zerrissen oder gänzlich zerstört wird. Die Farbe ist dann, wenn sie im hinfälligen Theile fahl oder strohgelb war, nun in dem verdickten, stehenbleibenden graubraun. Hier nimmt das Ausschlagsblättchen bisweilen Theil an der Bildung jener korkigen Rinde, welche die Zweige so häufig bedeckt. Die ersten Ramenta eines neuen Triebes erscheinen nicht selten länger und von dünnerer Consistenz, als diejenigen, welche man an älteren Stellen der Zweige wahrnimmt, was eben dieser nach und nach eintretenden Verstümmlung und Verkleinerung, vermöge der Witterungseinflüsse, zuzuschreiben ist.

Ganz besonders bedeutsam und wesentlich für die Charakteristik der einzelnen Arten erscheint die Stellung dieser Ausschlagschuppen am zwei- und mehrjährigen Triebe. Der letztere nämlich verlängert sich entweder zwischen den einzelnen Ausschlagschuppen, und zieht dieselben dadurch auseinander, so dass sie in mehr oder weniger unregelmässigen Absätzen rechts und links am Zweige zu stehen kommen; oder sie werden auch bei späterem Nachwuchse des Zweiges gar nicht oder nur wenig aus ihrer ursprünglichen Nähe und Uebereinanderlagerung verschoben. Im letzteren Falle stellen sie ein ganz eigenthümliches beschupptes Zweiggebilde dar. Ich habe sie dann im Vergleiche mit einer Flechte von Haaren Ramenta *circinnata* genannt. Die auf solche Weise beschuppten Zweiglein verlängern sich meistens, nachdem sie die typische Zahl von Schuppen erreicht haben, mit längeren Internodien, an welchen nun die ausgebildeten vollständigen Blätter hervortreten. Nach einer gewissen Succession dieser letztern hat sich der Jahrestrieb erschöpft, und der folgende beginnt wieder mit den dichtgestellten zweizeiligen Ausschlagschuppen. Da die letztern auch an dem älteren Holze noch für längere Zeit sichtbar bleiben, so geht hieraus der besondere Umstand hervor, dass sich an einem längeren Aste ein regelmässiger Wechsel zwischen unvollständigen und vollständigen Blättern nachweisen lässt. Bei einigen Arten (*E. suberosum, Daphnites, circinnatum*) wird dieser Wechsel mit ziemlicher Entschiedenheit eingehalten, und da auch die Blüthenstiele vorzugsweise bald aus den Ausschlagsschuppen, bald aus den Achseln der entwickelten Blätter hervorkommen, so ergeben sich aus diesen Verhältnissen eigenthümliche Charaktere für die Arten, welche jedoch leichter durch das Auge des Beobachters in der Natur aufzufinden, als in besonderen Ausdrücken wörtlich darzustellen sind. Auf diese Successionen der verschiedenen Blattformationen von Erythroxylon haben ohne Zweifel auch die Ortsverhältnisse und momentan eintretende Regen oder Trockenheit einen mächtigen Einfluss, und der Systematiker ist darum angewiesen, sie für die Zwecke der Unterscheidung von Arten mit grosser Vorsicht zu benützen. In einigen Fällen lässt sich gar keine Gesetzmässigkeit in der Succession der verschiedenen Formationsstufen bemerken:

Ausschlagschuppen und vollständige Blätter folgen sich, bald mit, bald ohne Blüthen in ihren Achseln, ohne alle Ordnung, und manchmal wird auch eine scheinbare Ordnung durch weitere Complicationen im Blüthenstande gestört. Bisweilen wird auch der Holzkörper des Zweiges durch die wechselnden Successionen vollständiger oder unvollständiger Blätter afficirt, so dass er sich an der Gränze zwischen beiden Formationsstufen einschnürt und verdünnt. Werden Zweige dieser Art gebogen, so brechen sie am leichtesten an den Stellen der Einschnürung.

Fast alles, was ich bisher von den Ausschlagschuppen gesagt habe, gilt auch von den Blattohren, *stipulae,* der vollständigen Blätter. Auch hier zeigt die Stipula nicht zwei Theile, sondern ist durch Verwachsung der inneren Ränder einfach. Der Unterschied zwischen dem Ramentum und der Stipula beruht darin, dass bei letzterer statt der Granne ein vollständiges, mit Stiel und Breitentheil versehenes Blatt auftritt. Die Blätter sind mittels des Vaginaltheils, d. h. ihrer Stipula, an den Zweig befestigt, indem derselbe quer, und bisweilen nach beiden Seiten etwas herablaufend an ihr angewachsen ist. Doch löst sich das Blattohr oft theilweise los, wenn die Gefässe des Blattstieles anschwellen, und das Blatt scheint sodann durch den Blattstiel unmittelbar befestigt, das Blattohr aber stellt sich dann gewissermassen nur als ein Anhang des Blattstieles dar. Man könnte es dann einer, der Länge nach halbirten Ocrea vergleichen. Auf der dem Blattstiele zugewendeten Seite zeigt das Blattohr zwei Längserhabenheiten und in der Mitte eine Furche. Auf der dem Zweige zugekehrten Seite ist sie concav. Diese eigenthümliche Faltung des Blattohres ist um so bedeutungsvoller, als sie sich auf einer höheren Formationsstufe, nämlich bei den Kronblättern, in veredeltem Typus, wiederholt. Die Substanz des Blattohrs gleicht der der Ausschlagschuppe, desgleichen die Farbe. Auch hier finden wir nicht selten zwei oder drei Borsten an der Spitze des Blattohrs; jene vierte Rückengranne kann natürlich hier nicht erscheinen. Selten findet sich auch auf dem Rücken der Blattohren ein vergänglicher Filz rothbrauner Haare (*E. subrotundum*).

Die Blattstiele sind bei Erythroxylon fast ganz rund, oben mit einer schmalen Furche versehen, und von dem untersten herablaufenden Rande der Lamina häufig mit einer zarten Leiste bezeichnet. Was den Lamina̲rtheil der Blätter betrifft, so wechseln sie ganz ausserordentlich in ihrem Umrisse und in ihrer Grösse. Namentlich findet man, dass diese Verhältnisse an den älteren und jüngeren Trieben ausserordentlich verschieden sind. Am häufigsten ist der Umriss umgekehrt eiförmig oder ablang; aber nicht selten drehen sich die Verhältnisse der einzelnen Dimensionen an den Blättern einer und derselben Art, ja eines Individuums, in solcher Weise um, dass die sonst kürzesten Dimensionen zu den längeren, dagegen die längeren zu den kürzeren werden: ein Verhältniss, welches die Artenkenntniss in dieser Gattung ungemein erschwert. Nicht minder gross ist die Wandelbarkeit in der Grösse der Blätter, so zwar, dass sie in einer und derselben Art, ja an einem und demselben Individuo von 2 bis 24 Linien, von ½ bis zu 11 Zoll wechseln (*E. campestre, passerinum, microphyllum*). Unter diesen Verhältnissen habe ich sehr häufig die Blattform nur als secundäres Merkmal der Arten annehmen können, dagegen lernte ich die Aderung und Consistenz der Lamina als ein sehr beständiges und wesentliches Merkmal kennen. Von dem Mittelnerven, welcher als Fortsetzung des Blattstiels durch das ganze Blatt läuft, und bisweilen in eine kurze, hinfällige Stachelspitze endiget, gehen die Adern unter spitzigen Winkeln aus. Gegen die Peripherie hin theilen sie sich in je zwei bogenförmige Hauptzweige, welche unter einander anastomosiren, so dass kein unmittelbarer Verlauf der Venen in den Rand bemerkbar ist. Ausser diesen Hauptverbindungen der Adern, welche auf der Rückseite etwas weniges hervorragen, und auf der Oberseite bisweilen vertieft sind (*E. coelophlebium*), zeigt die Lamina noch sehr zahlreiche Anastomosen zweiter und dritter Ordnung. Zwischen denselben liegt ein dichtes, aus sehr feinen Zellen gebildetes Gewebe. Vermöge dieser Textur erscheinen die Blätter, sobald sie ihr volles Alter erreicht haben, meistens fest, von der Consistenz der Lorbeerblätter, ja manchmal noch dicker und lederartig. Doch fehlt es auch nicht an Arten mit ganz dünnen, zarthäutigen Blättern (*E. Coca, subrotundum*). Gegen das Licht gehalten, lassen manche Arten weissliche Punkte durchschimmern; andere (*E. circinnatum*) tragen leichte, blasige Verdickungen, welche besonders auf der untern Seite sichtbar sind. Wenn die Blätter eben ausbrechen, sind sie sehr häufig zart, schlaff, und werden leicht welk. Vergleicht man ein Individuum in diesem Zustande der Belaubung mit einem älteren, dessen Blätter sich vollständig entwickelt, und die lederartige Consistenz angenommen haben, so findet man einen so grossen Unterschied, dass man versucht wird, an Verschiedenheit der Arten zu glauben. In demselben Verhältnisse, wie das Gefüge, ist auch die Farbe der Blätter wandelbar. Am häufigsten zeigen sie ein sattes Grün an der oberen Fläche. Auf der unteren sind sie blasser, am Rande und an den Blattstielen bisweilen röthlich angelaufen. Wenn die eben ausbrechenden Blätter ungünstige Witterungsverhältnisse, namentlich zu starke Hitze oder lange Feuchtigkeit, erfahren, so fallen sie nicht selten ab. Es kann dann geschehen, dass die Pflanze mehrere Monate hindurch blattlos steht, ein Verhältniss, welches bei der Charakteristik der Arten um so genauere Würdigung verdient, als auch das Hervorbrechen oder Ausbleiben der Blüthenstiele die Tracht des Gewächses scheinbar verändern kann. Wo die Blüthen vorzugsweise aus den Ausschlagschuppen hervorkommen, kann es geschehen, dass das Gewächs eine ganz verschiedene Physiognomie annimmt, je nachdem die Blätter vorher abgefallen sind, oder die Blüthen sich mit oder nach den Blättern entwickeln.

Es ist bekannt, dass mehrere Arten von Erythroxylon, z. B. diejenigen, welche von De Candolle in seiner Abtheilung *Areolata* aufgeführt werden, auf der Rückseite der Blätter zwei zarte Längslinien aufweisen, welche am Grunde beim Eintritt des Blattstiels entspringen, und bis zur äussersten Spitze des Nerven ein leichtes Kreissegment beschreiben. Schon die ersten Beobachter haben diese Eigenthümlichkeit hervorgehoben. Diese Linien entstehen durch die eigenthümliche Faltung des Blattes, welches mit von beiden Seiten nach oben, gegen die Mediane hin spiralig eingerollten Rändern hervorsprosst. Browne*) erklärt die Entstehung des Streifens so, als wenn sie die äussersten Gränzen desjenigen Theiles vom Blatt seyen, welcher bei der ursprünglichen Faltung in der Knospe frei liegt. Diese Erklärung ist aber nicht ganz richtig. Wenn sich nämlich die Blätter zu entfalten anfangen, kommen sie mit pfriemenartiger Gestalt, wie gesagt, nach oben zusammengerollt hervor, und lassen dann nur einen ganz schmalen Theil der Rückseite, jedoch nicht gerade den Nerven, frei, denn sie kommen stets etwas gedreht, also mit ungleichen Rändern, hervor. Der Nerve einerseits, und die beiden zusammengerollten Randstücke anderseits, drücken auf das Parenchym der Unterseite und erheben einen Theil desselben als eine zarte Leiste, die über alle Adern des Blattes hinläuft, und sich manchmal durch eine veränderte, dunklere Farbe auszeichnet. Zwischen den beiden Leisten hat die Unterseite des Blattes gewöhnlich einen stärkeren Glanz, wahrscheinlich desshalb, weil sie vom Anfang an ebener und glatter war, als die seitlichen, der starken Einrollung unterworfenen Theile der Lamina. Diese Leiste ist übrigens nicht constant. Selbst bei manchen Arten, wo sie als charakteristisches Merkmal angeführt wird (*E. Coca, areolatum*) verschwindet sie nicht selten sehr frühzeitig, und bei solchen Blättern, die ein lederartiges Gefüge annehmen, ist häufig nicht die leiseste Spur davon zu erkennen. Eine ganz ähnliche Knospung und Blattleiste findet man bei verschiedenen Pflanzenfamilien, z. B. bei *Humirium floribundum* *), wo sie jedoch keine so deutliche Schwiele auf der Unterseite zurücklässt. Die Gattung *Aperiphracta Nees* **) aus der Familie der Laurineae zeigt auf der einen Hälfte der Unterseite eine durchlaufende, auf der andern eine kürzere, im ersten Dritttheile verschwindende Falte; beide entspringen jedoch nicht am Hauptnerven, sondern entfernt von ihm, und convergiren nach vornen. *Sarcolaena Thouars*, zu den Chlenaceis gehörig, weiset rechts und links zwei Falten auf, welche ganz wie die der Erythroxyla verlaufen ***). Die Blätter der Polygoneen-Gattung *Triplaris* haben mehrere Streifen, die dem Nerven parallel verlaufen †). Dieses Verhältniss deutet eine gewisse verwandtschaftliche Beziehung zwischen den Erythroxyleen und den Polygoneen an, was sich auch ausserdem im Habitus beurkundet, wesshalb denn eine Coccoloba aus Westindien von Bertero und De Candolle als Erythroxylon (?) aufgeführt worden ist ††).

---

*) Patr. Browne History of Jamaica p. 278. Jacquin Stirp. amer. p. 135. Cavanilles bildet Tab. 232 x ein solches Blatt ab.

---

*) Martius: Nova Genera et Spec. II. t. 199.

**) Nees ab Esenbeck Systema Laurinearum.

***) Aub. Petit Thouars Genera madagasc. t. 9 und 10.

†) F. Aublet Flora gujan. t. 347.

††) Erythroxylon ? subcordatum DC. Prodr. I. 575. n. 25.

Als allgemeinsten Charakter des Blüthenstandes kann man aussprechen, dass er niemals eine Hauptachse abschliesst. Die Zweige und Zweiglein wachsen also je nach der jeder Art zukommenden rhythmischen Succession der Blätter, und nach dem individuellen Maasse der Lebenskraft stets in die Länge fort, ohne hierin jemals durch das Auftreten endständiger Blüthenstiele gehemmt zu werden. Die letztern entspringen immer seitlich, aus den Achseln der Blätter, und sind, was ebenfalls einen Hauptcharakter ausmacht, stets einfach.

Was die Stellung der Blüthenstiele ferner betrifft, so ist der einfachste Fall der, dass nur ein einziger Blüthenstiel aus der Achsel des Ausschlagblattes, welches dann also die Bedeutung eines Vorblattes (Bractea) für diese Blüthe annimmt, hervorkommt; oder dass dieses aus der Achsel eines grünen, vollständigen Blattes geschieht. Das Ausschlagsblatt bleibt unter seiner Blüthe in den meisten Fällen stehen, das grüne Blatt fällt sehr häufig ab, bevor die Blüthe in Frucht übergegangen ist. Wenn mehrere in dieser Weise einblüthige Bracteen nahe an einander stehen, so hat die gemeinschaftliche Achse Analogie mit jenem stark zusammengezogenen Blüthenstande, den wir bei den floribus aggregatis wahrnehmen. So wie dort zahlreiche Blüthenstiele aus einer gemeinschaftlichen Spindel hervorkommen, welche sich, vermöge der noch deutlich vorhandenen Vorblätter als ein zusammengesetztes, vielachsiges Gebilde beurkundet: so auch hier, wenn man das gesammte Zweiglein mit seinen Blüthen als ein zusammengehörendes Ganzes betrachtet. Ich habe daher diese Erscheinungsform des Blüthenstandes mit dem Ausdruck flores aggregati bezeichnet.

Jeder einzelne Blüthenstiel ist an seinem Grunde von zwei kleinen Vorblättchen (*Bracteolae*) umgeben, welche in ihrer Textur selbst wieder den Ausschlagschuppen ähnlich sind, jedoch gemeiniglich nur Einen Kiel in der Mediane, und durch dessen Endverlängerung manchmal einen Weichstachel oder eine Borste tragen. Diese Vorblättchen sind oft sehr klein, und gänzlich unter ihrem Vorblatte versteckt. An ihrem Grunde sind sie nicht selten mit einander röhrig verwachsen, wo sie dann den Blüthenstiel etwas einscheiden. Dieser zeigt bei genauer Untersuchung ganz unten eine leichte Gliederung, er sitzt also gleichsam auf einem verkümmerten, sehr kurzen, knotenartigen Zweiglein auf.

Wenn ein Blüthen tragendes Ausschlagblatt oder ein vollständiges Blatt aus einer Achsel mehr als Einen Blüthenstiel hervortreibt, so geschieht diess, noch mehr als in dem eben angegebenen Falle, mittelst einer seitlichen Verlängerung des Achsengebildes, d. h. eines secundären Zweiges, welcher übrigens gar oft kaum sichtbar ist, wo dann die Blüthen insgesammt aus der Achsel des Vorblattes erster Ordnung hervorzukommen scheinen, obgleich eigentlich jedes Vorblättchen der ersten Blüthe zum Vorblatte für die Blüthe zweiter Ordnung geworden ist, und eben so fort, bei noch ferner andauerndem Triebe, die Vorblättchen der zweiten Ordnung Vorblätter der dritten Blüthensuccession werden u. s. w. Diese auf einander folgenden Vorblättchen behalten gemeiniglich insgesammt dieselbe Kleinheit und Form bei, und der ganze Blüthenstand wird sonach eine sehr zusammengezogene Rispe, oder ein Knäuel (Glomerulus). Man bemerkt übrigens zweierlei Arten dieses Vorkommens. Die Blüthen erscheinen nämlich entweder in beträchtlicher Zahl, so dass sie den Typus der zweizeiligen Stellung, welcher sonst in der Gattung herrscht, nicht mehr einhalten können: dann stellen sie das vor, was ich hier vorzugsweise Inflorescentia glomerata nennen möchte; oder sie sind in geringerer Zahl vorhanden, und die zweizeilige Anordnung wird nicht gänzlich gestört und aufgehoben. Man sieht dann zwei, drei oder vier Blüthenstiele neben einander und schräg abwechselnd aus der ersten Achsel hervortreten, und die Form eines Büschels einhalten (Inflorescentia fasciculata).

Es ergibt sich aus dieser Darstellung, dass der Blüthenstand im Grunde auf einem einzigen und zwar auf dem gewöhnlichen Gesetze der Rispe beruhet, dass ihn aber die Art und Weise, in welcher sich die mit Blüthen versehenen Zweiglein fortentwickeln und ausbilden, mehrfach zu modificiren im Stande ist. Namentlich ist hiebei das Alter, in welchem ein Zweiglein noch Blüthen statt Blättern trägt, von grossem Einfluss. Kommen die Blüthen nur auf ganz jungen Zweigen hervor, so werden die Achsen der einzelnen weiter von einander gehalten, verlängern sich nach Entwicklung der Blättchen um so leichter, und gehen in Blattzweige über. Entwickeln sich dagegen die Blüthen vorzugsweise oder ausschliesslich an dem älteren Holze, in welchem der Längstrieb schon minder vorwaltend ist, so erscheint der Blüthen tragende Zweig als eine aus vielen genäherten Knoten zusammengesetzte Bildung. Er stellt dann recht augenfällig einen gehemmten Trieb dar; was er an Länge verloren, gewinnt er an Dicke, und sein Gefüge ist dann bisweilen so dicht gedrängt, dass er fast eine Maserbildung annimmt. Am Deutlichsten erscheint diess bei *Erythroxylon magnoliaefolium*, wo der Blüthenzweig als ein halbkugliger Knopf erscheint, der wohl nur bei sehr günstigen Wachsthumsbedingungen zu einem Blatttriebe weitersprosst. Wenn solche Begünstigungen der Vegetation eintreten, kann wohl der ursprünglich ganz kurze Blüthenzweig auf einen Zoll und mehr Länge auswachsen, und da er keine vollständigen Blätter mehr treibt, verschmälert er sich bisweilen nach vornen und geht fast in die Natur eines Dornes über *(E. microphyllum)*.

Eine weitere Folge dieses Verhältnisses ist, dass wir an einer und derselben Art, ja an einem und demselben Individuum immer sehr verschiedenartige Stufen der Inflorescenz erscheinen sehen, je nachdem die Vegetation durch äussere Einflüsse bald gehemmt, bald zur Entfaltung neuer Triebe angeregt wird. Als Beispiel mag in dieser Beziehung *E. campestre* gelten. Der Typus der Inflorescenz bei dieser Art gehört in die Kategorie des Fasciculus, denn eine und dieselbe Blattachsel, oder häufiger die Achsel eines Ramentum treibt mehrere Blüthenstiele hervor, welche ebenso wie die Stellung der Blattgebilde selbst die Dispositio disticha einhalten. Kommen aber die Blüthenstiele an den jüngeren Zweigen hervor, so ist diess viel deutlicher als wenn die Ramenta am älteren (zwei- bis vierjährigem) Holze ihre bis dahin schlafenden Blüthenaugen entwickeln, und nun die Blüthenstiele mehr unter die Form eines Glomerulus zusammenhalten, und zugleich den Grund und Boden der Inflorescenz verdicken. Auch die Natur der Bracteen und Bracteolen influenzirt auf dieses Verhältniss. Sind sie nämlich von dünnerer Textur, so sind sie auch hinfälliger, ihre Basis bleibt minder sichtbar und minder lange stehen, weil sie weniger verholzt. Sind sie dagegen von derberer Structur, so dauern sie länger, ziehen mehr Säfte herbei, und veranlassen eine deutlichere Verdickung des verkümmerten Blüthenzweiges, worauf sie stehen.

Wenn übrigens solche Betrachtungen lehren, dass eine systematische Abtheilung nach den angegebenen Typen des Blüthenstandes wegen der möglichen Zwischenfälle an Präcision verliert, so habe ich mich doch für berechtigt gehalten, sie in der Anordnung der Arten geltend zu machen,. denn das Studium einer jeden Art — freilich nicht nach einem einzelnen kümmerlichen Exemplar, sondern nach reichlichen Suiten, dergleichen ich glücklicherweise vor mir habe — gewährt am Ende doch ein Resultat, dem man sich mit Befriedigung hingeben darf. So ist z. B. *E. nitidum* dem *E. campestre* sehr verwandt, und in manchem Vorkommen schwer zu unterscheiden. Nimmt man aber auf die knäuelartige Vereinigung einer grösseren Anzahl von Blüthen auf einem knotenartigen, convexen, mit vielen Bracteolen ohne Ordnung besetzten (verkümmerten) Zweig Rücksicht, dergleichen bei *E. nitidum* selbst an jüngeren Zweigen erscheint, so wird man keine Schwierigkeit haben, diese übrigens ausserordentlich polymorphe Art von *E. campestre* zu unterscheiden.

Pedunculus. Calyx.

Der Blüthenstiel, dessen Erscheinen und Stellung wir im Obigen genügend erläutert zu haben glauben, zeigt eine Eigenschaft, welche zu den wesentlichsten der Gattung gehören dürfte: ich meine den Umstand, dass er immer fünfkantig und nach oben hin etwas kolbig verdickt ist. Diese Kanten sind gewöhnlich von hellerer Farbe als das Uebrige, und manchmal leicht gewellt. Sie gehen, was ebenfalls charakteristisch ist, niemals in den Medianen der Kelchblätter fort, sondern wechseln mit diesen ab, und verlieren sich gewöhnlich da, wo die Theilung des Kelches anfängt.

Die Richtung des Blüthenstieles ist während der Blüthenzeit fast immer schräg aufwärts. Er ist in diesem Zustande mehr als noch einmal so lang, als die Blüthe. Mit zunehmender Fruchtreife verlängert er sich oft um das Doppelte, er wird etwas dicker und derber, und neigt sich dann, wenn er die reifende Frucht trägt, nach unten. Bei einer, mir bekannten Art, *E. revolutum*, ist der Blüthenstiel so kurz, dass er sich fast nur als unterster Theil des Kelches darstellt.

Der Kelch, welcher am Ende des Blüthenstieles ohne weitere Abgliederung desselben erscheint, ist aus fünf Blättern gebildet. Diese sind in sehr verschiedenem Verhältnisse mit einander zu einem Calyx monophyllus verwachsen: bald messen die freien Stücke nur ein Dritt- oder Vierttheil der Kelchlänge, und sind dreieckige Zähne, bald ist der Kelch zur Hälfte oder unter dieselbe getheilt, wo sich die Zipfel meistens dreieckig, bisweilen auch durch Abrundung des unteren, breiteren Theiles eiförmig, in's Dreieckige übergehend, darstellen. Selten geht die Theilung noch tiefer nach unten fort, so dass der Kelch fast fünfblättrig erscheint. In diesem Falle sind die Blättchen fast rund oder eirund, mit kurz vorgezogener Spitze. Der unterste Theil (Hypanthium Link) ist stets frei vom Fruchtknoten. Die Substanz des Kelches ist dicklich. Die Farbe grünlich oder röthlich. Die Nerven treten wenig sichtbar hervor. Manchmal ist bloss ein Mittelnerve, manchmal sind auch zwei Seitennerven bemerklich. Der Rand ist gemeiniglich etwas verdünnt und weisslich gefärbt. Haare kommen nur selten und in grosser Feinheit als Randwimpern vor. In der Knospe lässt sich die Aestivatio quincuncialis (Phyllotaxis $\frac{2}{5}$) nur bei den Arten mit tiefgetheiltem Kelche nachweisen. Hier greifen die Ränder in der gewöhnlichen Weise über einander, so dass das eine der beiden ganz freien Kelchblättchen nach vornen, seitlich von der Mediane des Deckblattes, das andere ganz freie (das zweite) nach hinten steht. Mit der Anthesis nehmen die Kelchtheile etwas an Umfang zu. Nach der Blüthe und unter der Fruchtreife vergrössern sie sich nur in wenigen Fällen beträchtlich (*E. ectinocalyx*, *suberosum*).

Corolla.

Die Krone der Erythroxyla entspricht in ihrer Kleinheit dem kleinen Kelche. In keiner der mir bekannten Arten misst der Durchmesser der ausgebreiteten Krone mehr als vier oder fünf Linien. Sie sind einander ganz gleich, und haben eine Aestivatio quincunciali-imbricata. Sie sitzen mit den Abschnitten des Kelches wechselnd, mittelst eines sehr kurzen, verdickten Nagels im untersten

Grunde des Kelches fest, und breiten sich bei voller Anthesis in der Art horizontal aus, dass sie nach Innen noch etwas concav bleiben. Ihr Totalumriss ist ablang-elliptisch oder linearisch-elliptisch. Durch die Mitte zieht ein deutlicher Nerve, welcher gemeiniglich vor der Spitze endet. Ueberdiess werden auf jeder Seite von diesem manchmal noch ein oder zwei Nerven bemerkt, die nach vornen in die Spitze des Mittelnerven zusammentreten. Zwischen diesen Nerven läuft dann eine leichte Furche hin. Der Rand ist verdünnt, und gewöhnlich einwärts geschlagen. Das Venennetz zwischen den kleinen ziemlich schleimreichen Zellen des Gewebes ist nicht sichtbar. Das Merkwürdigste in der Morphose der Kronblätter ist jene zarte häutige Verlängerung, welche am Ende des ersten Dritttheiles auf der obern Blattfläche entspringt, und während der Blüthezeit, wo der Körper der Kronblätter horizontal absteht, sich vertical aufrichtet.

Die Schriftsteller nennen diesen Fortsatz des Kronenblattes schlechtweg eine Schuppe (*Squama*). Ihre eigenthümliche Gestalt ist weder bei Cavanilles, noch bei Vahl oder Kunth richtig abgebildet, und auch die von St. Hilaire *) ist nicht ganz befriedigend. **Pelletier** **) sagt über diese Bildung Folgendes: On doit se représenter les petales des fleurs de ce genre comme composés de deux pièces repliées en dedans, mises bout à bout, soudées dans l'angle de leur repli, et fortifiées dans leur union par une nervure extérieure élargie et un peu épaisse. Il résulte de là qu'au lieu d'une écaille, il y en a réellement deux: savoir une supérieure formée par le repli intérieur de la base de la pièce supérieure, et

---

*) Plantes usuelles des Brésiliens t. 69 (*E. suberosum*) und Flora Brasiliae merid. II. t. 103 (*E. microphyllum*).

**) Bei S. Hilaire Flora Brasil. merid. II. 93.

une inférieure due au repli de la partie supérieure de la pièce inférieure. La première, bilobée ou trilobée, se dirige vers le sommêt de la fleur; la seconde se réfléchit sur la base du pétale, et donne en quelque sorte à la pièce inférieure l'aspect d'un pétale d'ombellifère. Ne pourrait-on pas d'après cela regarder la pièce inférieure comme le vrai pétale, et la supérieure comme un appendice?“ Diese seltsame Ansicht erklärt eigentlich nichts, und scheint fast vorauszusetzen, dass der Botaniker, von welchem sie ausgegangen ist, hier zwei Kreise einander gegenüber stehender Kronenblätter annimmt. Allerdings ist die Gestaltung dieser Blattansätze für den ersten Anblick schwer zu erklären. Diese Schwierigkeit verschwindet aber, wenn wir uns an die Formation des vollständigen grünen Blattes der Erythroxyla erinnern. Hier hat sich der Vaginaltheil als freies Blattohr von der Lamina getrennt, und sehr oft von der Spitze herein in zwei mit je einem Kielnerven versehene Abschnitte gesondert, zwischen denen bisweilen noch die Mediane als eine feine Spitze oder Borste heraustritt. Diese Gestaltung ist offenbar das Vorbild des vorderen Ansatzes auf dem Kronenblatt. Die 2 Seitenlappen desselben entsprechen den Seitenabschnitten der Stipula; ein kleiner zahnförmiger, oft gar nicht sichtbarer, gänzlich mit dem Mittelnerven zusammenfliessender Fortsatz entspricht der mittelständigen Borste. Wäre nur diese Duplicatur auf den Kronenblättern bemerkbar, so würde man keinen Anstand nehmen, sie ganz einfach mit dem Kronenfortsatz der Narcissen, mancher Irideen oder der Sileneen zu vergleichen, und sie wie dort Ligula nennen; es kommt aber nun noch der kleinere, hintere Anhang hinzu, welcher sich nach Innen gegen das Centrum der Blume zurückschlägt. Ich halte auch ihn nicht etwa für eine besondere Bildung, sondern nur für eine Ausbildung und gleichsam Variation der hier überhaupt so stark ausgesprochenen Anamorphose des Scheidentheiles vom Kronenblatte. Wie oben erwähnt, läuft die Stipula intrapetiolaris von der Mediane des Blattstiels noch auf beiden Seiten des Zweiges schräg herab und umfasst ihn fast zur Hälfte. Wäre diese Gestaltung weiter ausgebildet, d. h. wären die hintern Ränder der Länge nach mit einander verwachsen, so würde sie eine Art von Blattstiefel darstellen, etwa mit der Ocrea von *Polygonum orientale* oder mit der zarthäutigen Röhre zu vergleichen, die man bei Potamogeton Nebenscheide genannt hat. Die beiden vordern Ligularlappen von Erythroxylon sind nun auch wirklich mit ihren äussern Rändern nach unten zurückgerollt, und gehen in manchen Fällen ganz deutlich in die innere Duplicatur über. Diese ganze Anamorphose der Stipula ist also so zu denken, als wenn sie ursprünglich eine cylindrische Röhre bildete, welche mit dem äusserst kurzen Blattstiel (dem Nagel des Kronenblattes) dicht verwachsen, nach vornen in zwei oder drei aufgerichtete, nach hinten in Einen zurückgerollten Lappen zerschnitten wäre. Wirklich ist auch das Gefüge des Kronenblattes in diesem untersten Theile sichtbar derber und dicker, als in dem obern. Eine solche Deutung dieser Anamorphose weiset uns an, der von Pelletier angeregten Ansicht, als wäre das eigentliche Kronenblatt nur ein äusserer Anhang der Ligula, und diese selbst hätte die Bedeutung des Kronenblattes, keinen Werth beizulegen.

Die Analogie mit Ligularbildungen anderer verwandter Familien, namentlich der Sapindaceen und der Hippocastaneae weiter auszuführen, würde mich hier zu weit führen. Ich bemerke nur, dass es mir scheint, die starke Entwicklung dieser Gestaltung habe Herrn Kunth einen wesentlichen Grund an die Hand geben können, die Gattung Erythroxylon von den Malpighiaceis zu trennen.

Was die Farbe der Kronenblätter betrifft, so ist sie in den meisten Fällen weiss oder grünlich weiss, selten blass chamois. Die Ligula ist gemeiniglich heller und reiner gefärbt, als das übrige Blatt. Letztere trägt vielleicht zur Befruchtung bei, indem sie die aus den Antheren ausgetretenen Pollenkörner längere Zeit beschützt, und über den Narben zurückhält. Wenigstens bemerkt man eine grosse Ansammlung von diesen in den Falten und zwischen den Kerben und Zähnen der Ligularlappen während der Blüthezeit. In der Knospenlage sind die Kronenblätter quincunciatim imbricata, so dass das erste nach Vornen, das zweite nach Hinten liegt. Die Mediane tritt dabei meistens stark convex hervor, so dass der Durchschnitt der Knospe eine fünflappige Figur zeigt.

Stamina.

Es sind bei Erythroxylon zwei Kreise, jeder von fünf Staubblättern vorhanden. Die Faden derselben sind immer in einen Becher oder in eine Röhre von ziemlich fleischiger Consistenz verwachsen. Diese Röhre erhebt sich niemals zur Länge des Kelches, sondern ist fast immer nur halb so lang. An ihrem Rande zeigen sich bald fünf, bald zehn kleine, mit den Faden selbst abwechselnde Zähne oder Kerbzähne. Diese sind pfriemlich, sehr fein, und bald von gleicher Länge, bald abwechselnd etwas kürzer. Die kürzeren stehen den Medianen der Kelchabschnitte, die längeren denen der Kronenblätter gegenüber. Alle entspringen aus dem Urceolus stamineus nahe unterhalb dessen Rand; die kürzeren (die äussere Reihe) etwas tiefer angewachsen. Vor der Entfaltung sind die Faden verschiedenartig nach unten und um einander herumgebogen. Zur Blüthezeit stehen sie gerade. Gegen die Fruchtreife hin bleiben sie in vielen Fällen noch stehen, werfen die Beutel ab, und wachsen noch weiter in die Länge aus. Die Antheren sind immer klein, eiförmig-kugelig oder fast kugelig, hinten ziemlich flach, vorne convex, und öffnen sich mit einer Längsfurche. Sie enthalten sehr kleine Pollenkügelchen von elliptischer, im Wasser kugeliger Gestalt, an denen ich drei lange Furchen, und in der Mitte jeder Furche einen kleinen Porus bemerkt zu haben glaube. Hiemit kommt diejenige Form im Wesentlichen überein, welche Herr Hugo Mohl in seiner trefflichen Arbeit über den Pollen *) von *Erythroxylon ferrugineum*, *sideroxyloides*, *ellipticum* und *laurifolium* (lauter Arten aus den Mascarenhas-Inseln) beschrieben hat. Er bemerkt nur noch, dass die elliptischen Nabel breiter als die Streifen, und bei den erstgenannten so lang seyen, dass sie unter einander fast zusammenfliessen. Eine so starke Verbreiterung der Nabel habe ich bei den brasilianischen Arten nicht wahrgenommen. Die Farbe der Staubblätter ist weiss.

Pistillum.

Der Stempel ist aus drei Fruchtblättern zusammengesetzt. Die Scheidentheile dieser Blätter bilden durch gegenseitige Randverwachsung einen dreifächerigen Fruchtknoten, der in der Blüthe kugelig, eiförmig oder leicht dreieckig erscheint. Die drei Fächer dieses Fruchtknotens sind nicht gleichmässig ausgebildet, sondern in dem bei weitem häufigsten Falle ist nur eines mit einem Eie versehen; zwei andere sind leer, haben daher auch kein der Form des Eies entsprechendes Lumen und erscheinen manchmal im Durchschnitte der jungfräulichen Blüthe nur wie eine schmale Ritze. Nur in zwei Arten (bei *E. campestre* und *nitidum*) habe ich einmal zwei Eier in jedem Fruchtknoten gefunden. Das Ei hängt aus dem Scheitel der Frucht, wo es an der Mittelwand mittelst eines sehr kurzen Nabelstranges befestigt ist, herab, und füllt seine Höhle vollkommen aus. Es ist meistens schmal-ablang, und zeigt in einem sehr frühen Zustande etwa im oberen Dritttheile seiner Länge auf der der Mittelwand zugekehrten Seite die Oeffnung der Micropyle, ist also ein Ovulum anatropum. Nach der Befruchtung schliesst es sich sehr bald, und stellt dann eine sehr feinzellige glatte Oberfläche dar.

---

*) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse, Heft I. Bern 1834. 4°. S. 64 und 97. tab. 6. f. 20.

Aus dem in der Mitte wenig vertieften Scheitel des Fruchtknotens erheben sich drei schmale Griffel von rundlichem oder leicht gekantetem Durchschnitte, die sich nach Oben etwas verdikken, und in eine kurzkeulenförmige oder fast halbkugelige Narbe übergehen. Die letztere zeigt unter dem Mikroscope eine Zusammensetzung aus dicht aufeinander gehäuften, runden oder elliptischen Zellen. Das leitende Zellgewebe, welches vom Insertionspunkte der Griffel in die Fruchthöhle hinabführt, stellt sich als ein sehr zarter Strang eines mauerförmigen, aus ablangen, feinen Zellen bestehenden Gewebes dar. Die drei Griffel sind unter sich meistentheils frei, bisweilen aber in grösserer oder geringerer Erstreckung mit einander verwachsen. Diess Verhältniss wechselt an einer und derselben Art in grosser Mannigfaltigkeit (z. B. bei *E. microphyllum* und *magnoliaefolium*), wodurch es sich als ungeeignet erweist, um zur Gattungs-Charakteristik zu dienen. Die Gattung *Sethia*, welche von Kunth *) für *E. monogynum* Roxb. **) aufgestellt und von De Candolle und Wight ***) angenommen worden ist, erscheint sonach, wie schon St. Hilaire †) bemerkt, unhaltbar, da überdiess auch die, bei *E. monogynum* tief gehende

---

*) Nova Gen. et Spec. V. p. 175.

**) Plants of Coromandel I. t. 88.

***) Prodr. I. 576. Illustrations of Indian Botany fasc. VII. t. 48.

†) Flora Brasil. merid. II. 93.

Theilung des Kelches nicht bloss dieser, sondern noch vielen anderen Arten zukommt. In der Knospe liegen die Griffel nach einwärts gekrümmt und um die Staubfaden hin- und hergebogen. Bei Eröffnung der Blume treten sie fast senkrecht hervor, meistentheils nehmen sie nach und nach eben so wie die Staubfaden an Länge zu. Selbst an der ausgereiften Frucht sind sie bisweilen noch vollständig vorhanden. Selten sind sie während der Anthesis gerade so lang, wie die Staubfaden; meistens sind sie kürzer oder länger als diese. Hr. Aug. de St. Hilaire hat diess Verhältniss zur Charakteristik der Arten verwendet. Ich habe sie aber an mehreren Orten bald länger bald kürzer als die Griffel gefunden, und sah mich dadurch genöthigt, diesem Merkmale, das bei manchen Gattungen allerdings grosse systematische Wichtigkeit besitzt, hier nur eine untergeordnete Geltung zuzuschreiben.

Fructus.

Nur Patrick Browne nennt die Frucht von Erythroxylon eine Bacca; alle Späteren bezeichnen sie richtiger als Drupa. Der Form nach gleicht sie in den meisten Fällen einer kleinen Pflaume von *Cornus mascula*; bisweilen ist sie jedoch spitziger und im Durchschnitte ganz leicht dreieckig. Ihre Länge wechselt zwischen 3 und 5 Linien. Die Oberhaut ist sehr zart und von mennig- oder scharlachrother Farbe. Sie umschliesst eine dünne Schichte eines säuerlich-süssen Fleisches, welches von vielen Vögeln aufgesucht wird, wesshalb die meisten Arten in Brasilien vom Volke Frutta da pomba, da pombinha auch do passerinho genannt werden. Der Kern ist entweder elliptisch (*E. campestre*) oder scharf dreikantig (*E. Pelleterianum*), von strohgelber Farbe, von faserigem Gefüge, und bald hart und holzartig, bald pergamentartig, biegsam und elastisch. Auf der äusseren Fläche laufen verticale

Leisten hin. Nicht selten lassen sich vom obern Theile des Putamen eine oder zwei zarte, spreublattartige Lamellen ablösen, worauf das Gefüge an jenem Orte, wo sie gesessen sind, sich dünner und halbdurchscheinend zeiget. Ich möchte sie für die Reste der beiden abortirten Fruchtblätter halten, weil man in diesem Falle nur Eine Höhlung im Kerne findet. Hier hätte sich also das Endocarpium des fruchtbaren Fruchtblattes für sich geschlossen, und die Rudimenta der beiden anderen nur äusserlich leicht mit sich verbunden; während in anderen Fällen ein jedes der drei Fruchtblätter für sich eine abgesonderte Höhlung bildet. Diese eilosen, leeren Fächer des Putamen zeigen sich manchmal zu beiden Seiten des fruchtbaren; in anderen nimmt das ausgebildete Fach die bei weitem grössere Hälfte des Durchschnittes ein, während die verkümmerten Fächer auf die eine Seite gedrängt werden. Wo zwei Samen ausgebildet sind, werden sie von dem Putamen gemeinschaftlich umschlossen, und das dritte leere Fach tritt seitlich zwischen ihnen als eine feine Ritze auf. Die Scheidewand, welche in der Mitte des Putamen hinzieht, ist kaum dicker als die Seitenwandungen desselben. Die innere Oberfläche der Fächer ist ganz glatt. In den leeren Fächern bemerkt man am Orte, wo sonst die Eier angeheftet sind, nicht selten ein winziges, längliches Wärzchen als Rudiment dieser verkümmerten Bildung.

Der Same ist von einer einfachen, glatten, keine deutliche Naht darstellenden Samenhaut umschlossen. Diese ist sehr dünn, glatt, von hellbräunlicher Farbe. Unter dem doppelten Mikroscope lässt sie zwei Schichten unterscheiden, eine äussere, aus kleineren, leicht gefärbten Zellen gebildet, und eine innere, wahrscheinlich den Rest einer mit der Samenschale verwachsenen Membrana interna, die aus etwas grösseren und durchscheinenden Zellen besteht. Unterhalb dieser Samenschale liegt ein Eiweiss, das aber bei der reifen Frucht in den meisten Fällen sehr dünne, ja hie und da fast gänzlich aufgesogen und nicht mehr sichtbar ist. Schon Herr von St. Hilaire hat auf die geringe Ausbildung des Albumen bei unserer Gattung aufmerksam gemacht, und die Angabe des Hrn. Kunth, dem gemäss ein Endospermium semini conforme corneum vorhanden seyn soll, darauf beschränkt, dass es nicht in allen Fällen, und wo vorhanden, in sehr verschiedener Menge gegenwärtig sey. Ich muss diese Beobachtung bestätigen, und noch hinzufügen, dass ich niemals ein Albumen corneum (dergleichen nach Herrn Kunth namentlich bei *E. havānense* zugegen wäre), sondern stets ein Albumen farinaceum oder, bei grösserer Quantität, carnosum bemerkt habe. Manchmal zeigt es sich nur auf der einen Hälfte der Testa als ein zarter Längsstreifen angelagert. Der Keim nimmt sonach den grössten Theil des Samens ein. Er ist fast cylindrisch oder zusammengedrückt ablang, hängt vom Gipfel der Frucht in die Mitte des Samens herab, und besteht aus einem kegelförmigen Wurzelende und zwei Innen flachen, nach Aussen convexen Keimblättern, zwischen welchen vor dem Keimen keine Gemmula sichtbar ist. Die Cotyledonen haben da, wo sie mit dem Rostellum zusammenhängen, einen kreisbogigen Ausschnitt, womit sie jenes theilweise umgreifen. Die Farbe des Embryos ist hellgrün. — An den Früchten des *E. campestre* habe ich häufig eine Missbildung wahrgenommen, die von Insectenstichen herzurühren scheint. Die Früchte waren dann eiförmig, und zeigten keinen Samen, sondern alle Fächer mit einem schwammigen (für die Eier des Insects?) in Querfächer getheilten Wesen erfüllt.

Vergleichung mit anderen Pflanzenfamilien.

Fassen wir nach den hier dargestellten Merkmalen die Gattung Erythroxylon in Ein morphologisches Bild zusammen, so erscheint sie uns allerdings sehr eigenthümlich, und die Aufstellung einer eigenthümlichen Familie der Erythroxyleae, welche für's Erste nur durch diese Gattung repräsentirt wird, vollkommen gerechtfertigt.

Die durch alle Arten wiederkehrende doppelte Gestaltung der Blätter, die Natur der Stipula intrapetiolaris, der abwechselnd stehenden, einfachen Blätter, die complicirte Ligularbildung der Kronblätter, die Verwachsung der zehn Staubblätter in einen Urceolus, die Vereinigung von drei Fruchtblättern zu einer freien Pflaumenfrucht, die Verkümmerung von zwei Fruchtblättern, und die Ausbildung eines einzigen hängenden Samens, mit fast eiweisslosem, gerad- und achsenläufigem Keime sind Charaktere von solcher morphologischer Bedeutsamkeit, dass der Systematiker mit vollem Rechte hier den selbstständigen Typus einer, wenn auch kleinen, doch morphologisch scharf umschriebenen Pflanzenfamilie anerkennen wird.

Die ERYTHROXYLEAE sind nun, einer morphologischen Auffassung gemäss:

Dicotyledoneae frutescentes, distiche alternifoliae, simplicifoliae, foliatione duplici, stipulis intrapetiolaribus; inflorescentia laterali; pentamerae, hypogynae, symmetricae, diplostemones, ope urceoli monadelphae, tristyles, triplocarpae, loculis duobus abortivis, ovulo solitario pendulo; semper monocarpae, drupiferae; embryone subexalbuminoso homo-orthotropo, axili.

Strauchartige oder baumartige Dikotyledonen, mit doppelartiger Beblätterung; die vollkommnern Blätter einfach, mit zwei, am Grunde des Blattstieles nach Innen verwachsenen Blattohren; die unvollkommnen schuppenförmig: alle wechselständig, zweizeilig; Blüthenstand seitlich; Blüthe fünfgliederig, frei, symmetrisch; die zwei Staubblattkreise am Grunde krugförmig verwachsen; drei verwachsene Fruchtblätter, drei Griffel, nur in einem (selten in zwei) Fächern ein einziges hängendes Ei; Pflaumenfrucht, der Keim gerad und achsenläufig, in der Richtung des Eies, fast ohne Eiweisskörper.

Die Zahl der einzelnen metamorphosirten Blätter, aus welchen die Blüthe gebildet ist (was ich die Blüthenbauzahl, Numerus anthoplasticus nennen möchte), bleibt constant = 23, indem die ersten 4 Blattkreise durchgängig in der Fünfzahl (4 × 5 = 20), dagegen der letzte oder Fruchtblattkreis (5 — 2 = 3) um 2 Glieder verringert ist, welche Verringerung ich durch das Zeichen: $\overset{5}{=}\overset{3}{>}$ oder ausführlicher so: $= = = = {}^{5}>^{3}$ bezeichnen möchte.

Die grösste Verwandtschaft haben sie ohne Zweifel zu den Malpighiaceis, von welchen sie, wie erwähnt, durch Herrn Kunth getrennt, und zur eigenen Familie erhoben worden sind. Mit dieser Pflanzenordnung kommen sie überein: 1) In der Blüthenbauzahl und in der relativen Anordnung der Blüthentheile gegen die Achse; 2) in der Vereinigung von drei Fruchtblättern zu Einer Frucht, welche übrigens bei den Malpighiaceen häufig in drei Theilfrüchte auseinander treten; 3) in den einzelnen, hängenden Eiern in jedem Fache, die übrigens hier in den meisten Fällen auf ein Einziges, bei Verkümmerung zweier Fächer, reduzirt sind; 4) in der mehr oder weniger deutlichen Trennung der drei Griffel; 5) in dem fleischigen, oft von gar keinem Eiweisse umgebenen Embryo. Eine Form der Malpighiaceae, welche ganz vorzüglich evident auf die Verwandtschaft dieser Familie mit den Erythroxyleis hindeutet, ist *Malpighia ? heteranthera* Rob. Wight *), wo die Frucht sich als eine drupa triloba, lobis duobus posticis minoribus, darstellt, und der Keim, im entwickelten Zustande, fast geradläufig, wie bei Erythroxylon, erscheint.

---

*) Illustrations of Indian Botany. Madras 1838. fasc. VII. t. 49.

Sie sind dagegen von den Malpighiaceen wesentlich unterschieden: 1) durch die abwechselnden Blätter. Bei den Malpighien kommt dieses Verhältnics nur als seltene Ausnahme vor, wie z. B. bei *Stigmatophyllum alternifolium* St. Hilaire und bei einer afrikanischen Species; 2) durch die Gegenwart einer doppelten Stufe von Blattentwicklung, deren jede beständig bleibt, während diejenigen Malpighiaceen, deren Zweige mit Schuppenblättern anfangen, diese sehr bald abwerfen; 3) durch die *Stipula intrapetiolaris.* Diese Morphose kommt bei den Malpighiaceen nirgends vor, und die allerdings fast immer vorhandenen Blattohren sind an jeder Seite des Blattstielgrundes getrennt. 4) Ferner unterscheiden sich die Erythroxyleen durch den fast gänzlichen Mangel von Behaarung, während ihre Verwandte eine grosse Mannigfaltigkeit des Indumentum darstellen; 5) durch die einfache, niemals endständige Inflorescenz; 6) durch den Mangel jener eigenthümlichen grossen Drüsen auf den meisten Kelchtheilen der Malpighiaceen; 7) durch die geringere Entwicklung des Nagels an den Kronenblättern, welcher bekanntlich bei den Malpighiaceen eine bedeutende Länge erhält, und auf der oberen Seite ausgefurcht ist; 8) durch die vollkommene Gleichheit der Kronenblätter unter sich, während sie bei der verwandten Familie nicht selten an Form und Grösse ungleich sind; 9) durch den eigenthümlichen complizirten Apparat der Ligula, welchem Aehnliches die Malpighiaceen nicht aufweisen, indem dort eher eine leistenartige Verlängerung aus der Mediane auf der Rückenseite beobachtet wird (*Hirea petaloptera* St. Hilaire); 10) durch die vollständige gleichmässige Entwicklung aller Staubblätter zur Zahl 10, während man bei der verwandten Ordnung die Staubblätter in den mannigfaltigsten Zahlenverhältnissen (1, 5, 6, 10) und oft auch unter sich von ungleicher Längen- und Breitenausbildung findet. In dieser Beziehung will ich noch hervorheben, dass, so wie bei *Erythroxylon* die äussern, dem Kelche gegenüber stehenden Staubblätter nicht selten kürzer sind, auch bei den Malpighiaceen der geringere Grad der Ausbildung ganz oder theilweise auf diesen äusseren Staubblattkreis zu fallen scheint (*Stigmatophyllum*). Rücksichtlich der stärkeren Entwicklung des inneren Staubblattkreises, welcher der Krone gegenübersteht, möchte ich noch hinzufügen, dass sie sich bei vielen anderen Thalamifloren in ähnlicher Weise findet, während bei Ordnungen aus der Reihe der Calycifloren sehr häufig die dem Kelche gegenüberstehenden Staubblätter die mehr entwickelten sind (*Melastomaceae*). Bei den Malpighiaceen erscheinen polygamische oder diöcische Blüthen; hievon hat man kein Beispiel aus der Gattung Erythroxylon. Auch jene seltsame Verkümmerung einzelner Antheren (bei *Camaraea* und *Gaudichaudia*), vermöge welcher diese Theile gleichsam in einen Knäuel zusammengewickelter Kronenblattsubstanz verwandelt erscheinen, kommt bei *Erythroxylon* nicht vor. 11) Letztere Gattung charakterisirt sich ferner vor den Malpighiaceen durch die stärkere Entwicklung des Ligulartheiles der Staubfäden; denn offenbar ist es dieser Theil, welcher hier zu einem regelmässigen *urceolus stamineus* verwächst, aus dessen Innerem die Fäden entspringen, während sie bei den Malpighiaceen minder hoch und unregelmässiger am Rande verwachsen erscheinen. 12) Die *Erythroxylea* sind dreiblattfrüchtig wie die *Malpighiaceae*; aber bei den letzteren geht der Fruchtknoten nur bei wenigen Gattungen in eine Pflaume mit Einem dreifächerigen Kerne (*Byrsonima*) oder mit drei getrennten Kernen (*Malpighia*) über, oder wird, wenn nur aus zwei Fruchtblättern gebildet, zu einer Pflaume mit Einem zweifächerigen lederartigen Kern (*Bunchosia*); dagegen bildet er sich in den meisten Fällen zu einer dreisamigen Frucht mit drei einsamigen Theilfrüchten aus, welche letztere überdiess, vermöge ihrer Entwicklung zu Flügelfrüchten mit einem oder mehreren Flügeln, gewaltig von dem einfachen Typus der Erythroxylenkirsche abweichen. 13) Endlich können wir auch noch die Gestaltung des Embryo als ein Unterscheidungsmerkmal geltend machen. Bei den *Malpighiaceis* liegt er zwar eben so, wie bei den *Erythroxylon*-Arten in einem hängenden Ei, und besitzt fleischige, dicke Keimblätter, wie dort; aber er ist nicht geradläufig, sondern stark krummläufig, und die gegen das oberständige Schnäbelchen hingebogenen Keimblätter sind überdiess noch auf mehrfache Weise eingefaltet.

Unter Beziehung auf die hier angegebenen Charaktere und nach denselben leitenden Principien lassen sich die *Malpighiaceae* in folgender Weise bestimmen:

Dicotyledoneae frutescentes, oppositifoliae, simplicifoliae, stipulis distinctis caducis; complete aut incomplete pentamerae, hypogynae, symmetricae aut asymmetricae, haplo—diplostemones, submonadelphae, triplo- (rarius diplo-) carpae, tri- (rarius di-) styles; monocarpae drupiferae, aut tri- (di-) carpae samariferae; ovulis solitariis pendulis, embryone exalbuminoso pendulo, heterodromo, curvato.

In dem Versuche, welchen ich vor einigen Jahren gemacht habe, bei der systematischen Anordnung der natürlichen Pflanzenfamilien das Moment der Blüthenbauzahl, und insbesondere die Zahl der Fruchtblätter geltend zu machen *), habe ich die *Erythroxyleas* und ihre nächsten Verwandten, die *Malpighiaceas*, zugleich mit mehreren anderen Pflanzenfamilien in eine grössere

---

*) Conspectus regni vegetabilis secundum characteres morphologicos praesertim carpicos. Norimb. 1835. 8°. p. 51.

Gruppe, die Malpighinen (vorzugsweise den *Trihilâtis* Batsch entsprechend) zusammengestellt.

Die übrigen, unter jenem gemeinsamen Namen begriffenen Familien sind die: *Vochysiaceae*, *Sapindaceae*, *Hippocastaneae*, *Hippocrateaceae*, *Trigoniaceae*, *Moringeae*, *Staphyleaceae* und *Chailletiaceae.* Diese Gewächse kommen allerdings in den herrschenden Blüthenbauzahlen mit einander überein, und verdienen, von diesem Gesichtspunkte aus, unter einem gemeinschaftlichen Charakter begriffen zu werden; sie stehen aber, vermittelst anderer Merkmale, in Beziehung zu verschiedenen, unter sich eben nicht sehr verwandten Familien, und entfernen sich somit von dem Typus der *Malpighiaceen.* Die Blüthen sind symmetrisch bei den *Staphyleaceis*, *Malpighiaceis*, *Erythroxyleis* und *Chailletiaceis.* Die *Staphyleaceae* haben nur einen einzigen Staubblattkreis, in jedem Fache mehrere aufsteigende Eier, gegenständige und gefiederte, mit Blattohren und Oehrchen versehene Blätter: sie schliessen sich, wie Lindley *) bemerkt, einerseits an die *Celastrineae*, anderseits an die *Sapindaceae* an. Auch die *Chailletiaceae* haben nur Einen Kreis von Staubblättern (*haplostemones*); in jedem Fache hängen zwei Eier aus der Fruchtachse herab, von welchen sich nur Eines entwickelt. Diese sehr eigenthümliche Pflanzenfamilie scheint sich am meisten an die *Rhamneas* und an die *Samydeas* anzuschliessen. Die *Hippocrateaceae* sind zwar symmetrisch, aber, wegen der Reduction der Staubblätter auf die Dreizahl, ungleichgliedrig. Sie nähern sich vorzugsweise den *Celastrineis.* — Die *Sapindaceae*, mit ihrer heteroklitischen Nebenfamilie, den *Hippocastaneis*, sind vielleicht als Centrum einer eigenthümlichen Bildungsrichtung im Pflanzenreiche zu betrachten. Die nächste Verwandtschaft der

---

*) Natural System of Botany, 2. edit. p. 121.

Trigoniaceae und der *Moringeae* ist noch zu ermitteln. In Beziehung auf die ersteren möchte ich jedenfalls eher der von Cambessedes *), als der von St. Hilaire und Moquin Tandon ausgesprochenen Ansicht beitreten, und sie nicht mit den *Polygaleis*, sondern mit den *Hippocrataceis* in Beziehung denken. Aus dieser übersichtlichen Betrachtung scheint sich zu ergeben, dass wir für's Erste die *Erythroxyleae* zugleich mit den *Malpighiaceis* am Füglichsten noch isolirt als Repräsentanten einer ganz eigenthümlichen Verbindung von Charakteren, d. h. als Gruppe von selbstständiger morphologischer Bedeutung, annehmen müssen.

Zur Geographie der Gattung *Erythroxylon.*

Um die Verbreitung dieser Gattung in Einem Bilde zu übersehen, dürfte es geeignet seyn, die bis jetzt bekannt gewordenen Arten mit Angabe des Vaterlandes chronologisch zusammenzustellen, womit ich die Anzeige des Entdeckers verbinde.

1756. 1. *Erythroxylon areolatum* L. (Amoen acad. V. 397. Patrik Browne Hist. Jam. absque nomine triviali; cum nomine in edit. 2. 1789. t. 38. f. 2.) in silvis insulae Jamaicae: Sloane, P. Browne; in fruticetis siccis insularum caribaearum: Swartz.

1763. 2. *E. havanense* Jacq.: in rupestribus maritimis insulae Cubae: Jacquin.

3. *E. carthaginense* Jacq. (ab omnibus fere auctoribus ad *E. areolatum* L. ductum, verosimiliter tamen diversum): in maritimis arenosis ad Novam Carthaginem Americes: Jacquin.

---

*) In St. Hilaire Flor. Bras. merid. II. p. 113.

1786. 4. *E. hypericifolium* Lam. in insulis Mascarenis: Commerson, Hilsenberg.

5. *E. buxifolium* Lam. in Madagascaria insula, verosimiliter quoque in insulis Mascarenis: Commerson.

6. *E. ferrugineum* Cav. 1789 (*E. buxifolium* β. Lam. 1786) . . in campis arboreto consitis insulae Mauritii: Commerson, Bojer, in monte Antungun in mediterraneis insulae Madagascariae: Bojer.

7. *E. sideroxyloides* Lam. in insula Borbonia: Commerson.

8. *E. longifolium* Lam. (mauritianum Wall. in List of ind. plants Nr. 6851): in insulis Borbonia et Madagascaria: Commerson (Cultum in horto Calcutensi).

9. *E. Coca* Lam. . in Peruvia: Josephus de Jussieu, Pöppig; cultum in terra Amazonum: Martius.

1789. 10. *E. ovatum* Cav. . in insula Guadalupa: L'Herminier.

11. *E. rufum* Cav. . in insula S. Dominici: Dupuy.

12. *E. macrophyllum* Cav. in Cayenna: Stoupy, Rohr; in Brasiliae prov. Bahiensi: Martius.

1794. 13. *E. squamatum* Vahl in Cayenna: Rohr; in insulis caribaeis: Swartz.

1795. 14. *E. monogynum* Roxb. (Sethia Kunth., Walk. Arn. et Wight Prodr. Florae Peninsulae Ind. or. I. 106. R. Wight Illustrations of Ind. Botany t. 49).
in Indiae or. Circars, Mysore, Courtallum et per regionem Carr

			naticam: Roxburgh, Wight. Pulo Pinang: Jack? (Herb. Mart.)
1821.	15.	*E. lucidum* H. B. K.	inter la Mesa et Honda, 140 hexap. altitudine, in Nova Granada. Humboldt, Bonpland.
	16.	*E. hondense* H. B. K.	prope Honda Novogranatensium, altit. 130 hexap. Humboldt, Bonpland.
	17.	*E. cumanense* H. B. K.	in umbrosis siccis prope Cumanam: Humboldt, Bonpland.
	18.	*E. orinocense* H. B. K.	ad S. Borja prope Orinocum fluvium: Humboldt, Bonpland.
	19.	*E. mexicanum* H. B. K.	prope Chilpancingo, in imperio Mexicano altit. 700 hex. Humboldt, Bonpland.
	20.	*E. popayanense* H. B. K.	in temperatis prope Popayan, altit. 900 hex. Humboldt, Bonpland.
1824.	21.	*E. obtusum* D.C. (havanense Kunth)	prope Habanam, insulae Cubae: Humboldt, Bonpland, Pöppig.
	22.	*E. brevipes* D.C. .	in insulis S. Dominici et Porto Rico: Bertero.
	23.	*E. ligustrinum* D.C.	(Jcon. Delessert. III. 17. t. 28). in Cayenna: Patris.
	24.	*E. rigidulum* D.C.	prope S. Martham Americae: Bertero.

Es folgen nun diejenigen Arten, welche in Brasilien entdeckt worden sind. Die Vegetation ist in diesem grossen Lande so verschieden, dass man sie schwerlich als einem einzigen grossen Florengebiete zugehörig betrachten kann. Der südlichste Theil Brasiliens, ausserhalb des Wendekreises gelegen, gehört grossentheils zu dem Florengebiete von Montevideo und Buenos Ayres; die übrigen Theile des Landes müssen in wenigstens vier pflanzengeographische Provinzen vertheilt werden. Da ich diese Verhältnisse schon an andern Orten ausführlich genug auseinandergesetzt habe *), so kann ich mich hier darauf beschränken, bei jeder Art dasjenige pflanzengeographische Prädicat anzugeben, wodurch ich bestimme, welcher Provinz sie vorzugsweise anzugehören scheint.

1825. 25. *Erythroxylon nitidum* Spreng. (*deciduum* et *nanum* St. Hil.: . . . Planta Oreas: Sellow, St. Hilaire, Pohl, Martius. (In Gujana anglica: Schomburgh, verosimiliter quoque in insula S. Dominici: Bertero (nomine *E. rufi* Cav.)

1829. 26. *E. magnoliaefolium* St. Hil. Planta Dryas: St. Hilaire, Martius.

27. *E. citrifolium* St. Hil. Planta Dryas, Najas, Oreas: St. Hilaire, Schott, Pohl, Pöppig, Martius. (In Gujana anglica: Schomburgh.)

---

*) S. Flora Brasiliensis vol. II. 1829 p. 544. — Gelehrte Anzeigen, herausgegeben von Mitgliedern der K. Akad. d. W. zu München 1838. Nr. 118 ff. Beiblätter zur Flora oder bot. Zeitung, Regensb. 1837. II. S. 57 ff.

1829. 28. *pulchrum* St. Hil. Planta Dryas: St. Hilaire.

29. *suberosum* St. Hil. Planta Oreas: St. Hilaire, Sellow, Pohl, Martius.

30. *Kunthianum* St. Hil. (var. α. et *E. affine* ejusd. auct.) Planta Dryas: St. Hilaire, Schott.

31. *campestre* St. Hil. Planta Oreas: St. Hilaire, Sellow, Pohl, Martius; Dryas: Gardner. (In Gujana anglica: Schomburgh.)

32. *frangulaefolium* St. Hil. Planta Dryas: St. Hilaire, Pohl, Martius, Gardner.

33. *subrotundum* St. Hil. Planta Dryas (in dumetis maritimis, Restingas dictis): St. Hilaire, Princ. Maxim. Vidensis; Hamadryas: Martius, Blanchet, Gardner.

34. *Pelleterianum* St. Hil. Dryas, Hamadryas: St. Hilaire, Sellow, Salzmann, Martius.

35. *microphyllum* St. Hil. Oreas: St. Hilaire, Sellow, Martius, Pohl.

1840. 36. *betulaceum* Mart. Hamadryas: Blanchet, Martius.

37. *Myrsinites* Mart. Oreas: Sellow, M.

38. *distortum* Mart. Dryas: M.

39. *revolutum* Mart. Hamadryas: M.

40. *ectinocalyx* Mart. Dryas: Pohl.

41. *cincinnatum* Mart. Dryas: Schott, M.

42. *cuspidifolium* Mart. Oreas (?) Sellow.

43. *passerinum* Mart. Dryas: Sellow, M.

44. *vacciniifolium* Mart. Oreas, Dryas: Pohl, Martius.
45. *macrocalyx* Mart. Dryas: St. Hilaire, Princ. Maximilianus Videnſis.
46. *E. columbinum* Mart. Dryas: M.
47. *E. coelophlebium* Mart. Dryas: Schott, M.
48. *E. polygonoides* Mart. Dryas: M.
49. *E. ochranthum* Mart. Dryas: M.
50. *E. Mamacoca* Mart. Najas: Pöppig, M.
51. *E. anguifugum* Mart. Oreas: Manso.
52. *E. Daphnites* Mart. Oreas: Pohl.
53. *E. virgultosum* Mart. Dryas: Princ. Max. Videns.
54. *E. floribundum* Mart. Najas: M.
55. *E. tortuosum* Mart. Oreas: Sellow, Pohl, M.
56. *E. macrocnemium* Mart. Pöppig. Forsan Brasiliensis florae civis: Najas, e Maynas.

---

57. *E. pictum* E. Meyer. Promont. B. Spei.: Drege. Diese dem *E. campestre* verwandte Art, von allen hier aufgeführten verschieden, ist der einzige Repräsentant der Gattung in dem afrikanischen Festlande.
58. Eine noch unbeschriebene Art soll von Hrn. Rob. Brown, nach mündlicher Mittheilung, an der Nordküste von Neuholland entdeckt worden seyn.

Aus dieser Uebersicht ergeben sich folgende Verhältnisse der geographischen Vertheilung der Gattung *Erythroxylon* nach den Florenreichen:

Imperium	Florae	antillanae	8 Arten.
„	„	mexicanae intratropicae	1
„	„	andinae aequatorialis s. Novogranatensis	4

Imperium	Florae	andinae medium s. peruvianum	1 Art.
„	„	gujanensis	7
„	„	brasiliensis (intratropicae)	29
„	„	capensis	1
„	„	madagascariensis et mauritianae	5
„	„	Indiae orientalis	1
„	„	Novae Holland. trop.	1
		Summa	58

Unter diesen Arten gehören einige gemeinschaftlich den Antillen und der Gujana, andere der Gujana und Brasilien an. Die Weltgrenzen, innerhalb welcher bisher Erythroxyla gefunden worden, sind in der neuen Welt: nach Norden 23° 9′ n. Br. (Havana), nach Westen 102° w. Par. 18° 30′ n. Br. (Chilpanzingo), nach Süden 24° (Prov. S. Paulo), nach Osten 40° 50′ w. Par. (Prov. Bahia); in der alten Welt nach Norden 15° (im Carnatic), nach Süden und Westen etwa in 33° s. Br. und 16 östl. Par., nach Süden und Osten etwa in 12° s. Br., 133° östl. Par. (Arnhems-Land). Auf den Inseln Oceaniens ist zur Zeit noch keine Art entdeckt. Europa hat nichts Verwandtes aufzuweisen.

Rücksichtlich des Vorkommens in Brasilien kann ich noch folgende Beobachtungen beibringen. Nur wenige Arten wachsen gesellig *(E. microphyllum, subrotundum)*; die meisten zerstreut auf den Fluren oder zwischen dem Gesträuche und Niederholze der Waldungen. Junge Schläge *(Caa-poera)* und die isolirten im Umrisse oft fast runden Wäldchen, die man in Brasilien *Caa-apoam*, d. i. wörtlich „convexe“ oder „Busen-“Wälder, verdorben *Capões*, zu nennen pflegt (etwa mit unsern sumpfigen Lohen am besten zu vergleichen), enthalten die meisten Arten. Im hohen Urwalde habe ich sie minder häufig bemerkt. Auf hochgelegenen, dem Winde stark ausgesetzten Fluren findet man manche Arten (namentlich *E. campestre, nitidum*) in sehr manchfaltiger Statur, bald als Bäumchen mit stark gebogenem Stamme und Aesten, bald als Strauch mit schlanken Zweigen, oder wohl auch staudenförmig. Die jährlichen Brände der Fluren haben an solchen Verkrüppelungen wesentlichen Antheil (*E. nanum* St. Hil.). Manche Arten scheinen einen grossen Wechsel von Wärme und Kälte, Trockenheit und Feuchtheit ertragen zu können. Die Wurzeln und Stämme bewahren selbs bei ungünstigen äussern Verhältnissen ihre volle Lebenskraft, und entwickeln, wenn durch Wärme und Regen begünstigt, ihre Blätter und Blüthen schnell, gleichsam eilfertig. Man findet darum, namentlich in den sogenannten lichten Waldungen (*Caa-tinga*), nach langer Trockenheit gar keine Blätter an den Erythroxylis, sobald aber nur ein kurzer Regen gefallen ist, treiben diese, noch zusammengefaltet, überall hervor, oder die Blüthen erscheinen aus den Achseln der Ausschlagschuppen noch früher, als die Blätter. Die Tracht des Gewächses wird dadurch oft sehr wesentlich modificirt. Aus demselben Grunde ist aber auch keine bestimmte Jahreszeit als Blüthezeit der *Erythroxyla* anzugeben.

Was die Beziehung dieser Gewächse zu den verschiedenen Bodenarten betrifft, so möchte ich glauben, dass Kiesel- und Thonerde ihnen vorzugsweise befreundet seyen, weniger die Kalkerde.

Chemische Constitution, Nutzen und Gebrauch.

Die chemischen Bestandtheile der *Erythroxyla* sind grossentheils indifferenter Natur, wesshalb wir kaum darauf rechnen dürfen, unter ihnen kräftige Arzneimittel zu finden. Inzwischen verdienten doch wohl die Blätter des *Erythroxylon Coca* und etwa auch anderer, verwandter Arten, wie namentlich des *E. Mamacoca*, eine sorgfältige chemische Analyse, um zu ermitteln, welchem Stoffe die seltsame Wirksamkeit des Coca-Blattes auf das Nervensystem zuzuschreiben ist. Die eigenthümliche psychische, namentlich phantastische Aufregung, welche die Coca an dem Indianer bewirkt, und die traurigen Folgen des fortgesetzten Coca-Essens sind von einem Augenzeugen, Herrn Prof. **Pöppig** *), so ausführlich geschildert worden, dass es hinreicht, darauf, so wie auf die übrigen Stellen früherer Schriftsteller über die Coca, welche ich unten bei der Beschreibung der Pflanze beigebracht habe, hinzuweisen.

Merkwürdig ist überdiess, dass eine Art (*E. anguifugum*) gegen den Schlangenbiss wirksam seyn soll. Man benützt die Rinde des Stammes und namentlich der Wurzel, abgeschabt und mit Wasser angerührt, in Mato Grosso und Cujabá, als ein mächtiges Antidotale, wie mir Herr **Patricio da Silva Manso** berichtet.

Die Früchte sind wenigstens den Vögeln unschädlich. Sie werden von diesen, namentlich von Tauben und andern hühnerartigen Vögeln, begierig aufgesucht. Die weite Verbreitung mancher Arten wird dadurch erklärlich, indem jene Thiere die unverdauten Kerne von sich geben.

Der einzige, mir bekannte Nutzen, den man in Brasilien von diesen Pflanzen für die Technik zieht, ist die Gewinnung einer haltbaren röthlichbraunen Farbe aus der Rinde von *E. suberosum* und *tortuosum*, namentlich zur Färbung von Baumwollenzeugen. Diese Farbe wird vom Wasser leicht und schnell ausgezogen. Dass das Holz vieler Arten ungemein feinzellig, compact und auch für Grundbauten geeignet sey, ist schon von **Sloane** und **Patr. Browne** angemerkt worden.

---

*) Reise in Chile. Peru und auf dem Amazonenstrome II. S. 209 ff.

Beschreibung der in Brasilien vorkommenden Erythroxyla.

Die voranstehenden Schilderungen von der Morphose der *Erythroxyla* im Allgemeinen sind das Resultat einer langwierigen Untersuchung, deren Schwierigkeiten ich nicht ahnete, als ich sie vor einem Jahre, behufs einer kleineren systematischen Arbeit, der Bestimmung und Beschreibung einiger Arten, begann. Die specifischen Charaktere sind nämlich in dieser tropischen Gattung so wandelbar, dass man sie in dieser Beziehung füglich mit den Weiden der kälteren Klimate vergleichen kann. Die ausschliessliche Berücksichtigung des einen oder andern Merkmales wird hier mehr als bei vielen andern Gattungen von der Erkenntniss der Eigenthümlichkeit der Art ablenken, wesshalb es denn auch nothwendig geworden ist, ziemlich lange Diagnosen zu entwerfen. Um übrigens die Bestimmung zu erleichtern, habe ich die allerwesentlichsten Merkmale in einer Uebersicht vorausgestellt. Ich habe jede Art mehrmals untersucht, und die Dignität der einzelnen Merkmale wiederholt geprüft. Aber selbst bei einer so vielfachen Beschäftigung mit diesen intrikaten Pflanzen würde ich zu keinem, mir genügenden Resultate gekommen seyn, wenn ich nicht, wie ich bereits erwähnte, durch die Güte des Herrn Adr. de Jussieu Gelegenheit gehabt hätte, die Originalexemplare der St. Hilaire'schen und mehrerer anderer Arten zu sehen. Die Arbeit konnte ferner an Umsicht und Genauigkeit gewinnen, da nicht blos die von mir selbst in Brasilien gesammelten, dort theilweise beschriebenen, sondern auch die von Sellow, Pohl, Schott, Pöppig, Salzmann, Blanchet, Gardner u. s. w. in jenem Lande aufgefundenen Arten vor mir lagen.

Conspectus specierum brasiliensium.

ERYTHROXYLON.

§. I. SPORADANTHA:

i. e. pedunculis solitariis ex alis foliorum aut ramentorum, aut paucis in ramulo ramentifero secundum longitudinem enascentibus sive quasi aggregatis *).

1. *betulaceum* Mart. Ramulis laevigatis; foliis membranaceis; orbiculari-obovatis subcordatis.
2. *microphyllum* St. Hil. Ramulis verruculosis; foliis coriaceis, linearibus—obovatis, basi cuneatis.
3. *Myrsinites* Mart. Ramulis laxis gracilibus; foliis membranaceis, lanceolatis aut lineari-oblongis obtusis.
4. *distortum* Mart. Ramulis curvatis gracilibus; foliis tenuiter coriaceis obovatis, subtus glaucescentibus.
5. *subrotundum* St. Hil. Ramulis rectiusculis subdistiche patentibus; foliis membranaceis obovatis, ramentis scariosis cincinnatis.
6. *Pelleterianum* St. Hil. Ramulis subvirgatis; foliis membranaceis lanceolatis utrinque acutiusculis, ramentis herbaceis laxe cincinnatis.
7. *revolutum* Mart. Ramulis rigidis; foliis coriaceis, margine revolutis obovato-oblongis, subtus pube canescentibus; floribus subsessilibus.
8. *frangulaefolium* St. Hil. Ramulis gracilibus patulis; foliis membranaceis breviter oblongis cuspidatis, utrinque acutis, ramentis scariosis laxis.

---

*) Huic seriei adscribendae sunt species extra Brasiliam provenientes, quas vidi, sequentes: *E. hypericifolium*, *ferrugineum*, *sideroxyloides*, *pictum*, *ovatum*, *monogynum*.

9. *ectinocalyx* Mart. Ramulis patulis; foliis membranaceis ovatis vel ovato-lanceolatis cuspidatis utrinque acutis, ramentis cincinnatis, calyce infra drupam ampliato.

10. *cincinnatum* Mart. Ramulis curvatis; foliis membranaceis ex ovato breviter acuminatis, ramentis cincinnatis, calyce fructifero immutato.

11. *cuspidifolium* Mart. Foliis membranaceis oblongo-lanceolatis, cuspide basique acutis, ramentis paucis in ramulis axillaribus laxe imbricatis, laciniis calycis non mutandi in alabastro lato-ovatis, imbricatis.

12. *polygonoides* Mart. Ramulis gracilibus rectis; foliis membranaceis lineari-oblongis acutis, nervo venisque supra concavis, ramentis stipulisque longis membranaceis sparsis striatis (an *E. coelophlebii* var. junior, subvirgata, pauciflora?)

§. II. *ENGYANTHA*,

i. e. pedunculis plerumque binis aut pluribus (rarissime solitariis) ex alis foliorum aut ramentorum enascentibus, axi nonnihil elongato aut in nodi speciem protuberante.

*) Floribus ex singulis ramentis paucioribus et sub elongatione ramuli floriferi dispositionem disticham plus minus affectantibus. (Ad priorem sectionem transientes.)

13. *anguifugum* Mart. Foliis crasso-membranaceis venulosis, lanceolatis aut oblongo-lanceolatis, acumine brevi obtuso; stipulis ramentisque sparsis bidentatis petiolorum longitudine; pedunculis solitariis aut paucis aggregatis.

14. *Daphnites* Mart. Foliis tandem subcoriaceis oblongis obtusatis, basi acutiusculis; stipulis petiolos superantibus;

pedunculis ex alis ramentorum cincinnatorum pluribus aggregatis.

15. *Mamacoca* Mart. Foliis membranaceis oblongis cuspidatis, utrinque acutis; stipulis ramentisque laxe cincinnatis, quam petioli brevioribus: pedunculis paucis (1—4) fasciculatis et aggregatis.

**) Floribus ex singulis ramentis pluribus (4—15), sub elongatione ramuli floriferi aut *fasciculum* aut *umbellam* exhibentibus.

16. *Coca* Lam. Foliis tenuiter membranaceis oblongo-obovatis mucronulatis, basi acutis; stipulis ramentisque sparsis petiolorum longitudine, pedunculis nonnullis (2—6) fasciculatis.

17. *macrophyllum* Cav. Foliis membranaceis oblongo-lanceolatis acuminatis, utrinque acutis; stipulis ramentisque muticis sparsis fere pollicaribus membranaceis; pedunculis paucis (4—6) lateraliter fasciculatis.

18. *ochranthum* Mart. Foliis membranaceis oblongis utrinque acutis; stipulis ramentisque setosis parcis triangularibus; pedunculis (6—10) umbellatis.

19. *campestre* St. Hil. Ramis laevigatis; foliis coriaceis ellipticis vel obovatis, ramentis interrupte cincinnatis; floribus aut sparse aggregatis aut fasciculatis; calycis pentagoni laciniis ovatis acutis.

20. *suberosum* St. Hil. Ramis tortis suberosis; foliis tandem coriaceis ellipticis aut obovatis obtusis, ramentis longe cincinnatis; pedunculis (in depauperatis fasciculatis, in vegetioribus umbellatis) pentagono-subalatis; calyce subpentaphyllo, fructifero excrescente.

21. *columbinum* Mart. Foliis subcoriaceis oblongis obtusis, basi rotundata subcordatis; pedunculis fasciculatis in ramulis

brevibus alaribus cincinnato-ramentiferis; calycis dentibus triangularibus.

22. *pulchrum* St. Hil. Foliis longius petiolatis crasso-membranaceis oblongis acumine brevi; pedunculis umbellato-fasciculatis, petiolo duplo brevioribus.

23. *Kunthianum* St. Hil. Foliis firmiter membranaceis subsessilibus ovato-oblongis acuminatis, basi rotundatis; ramentis laxe cincinnatis; pedunculis multis fasciculatis brevibus (longitudine florum).

24. *macrocalyx* Mart. Foliis membranaceis elliptico-obovatis, ramentis paucis laxis; pedunculis perbrevibus pluribus fasciculatis, calyce subpentaphyllo corollam aequante.

25. *passerinum* Mart. Foliis subcoriaceis obovatis obtusis, basi obtusiusculis; ramentis paucis laxis; pedunculis petiolos duplo superantibus umbellato-fasciculatis.

26. *vacciniifolium* Mart. Foliis coriaceis ellipticis obtusis, subtus arcte reticulatis, ramentis cincinnatis; pedunculis paucis (4—6) fasciculatis.

***) Floribus ex singulis ramentis foliorumve alis numerosis, raro paucis, axi communi vix elongato, sed specie nodi, post anthesin bracteis bracteolisve obsessi, diutius persistente. (Flores glomerati.)

27. *virgultosum* Mart. Foliis membranaceis ellipticis, subtus glaucis; pedunculis paucis e ramentis stipulisque distantibus glomeratis, ramenta bracteolasque conniventes duplo superantibus.

28. *nitidum* Spreng. Foliis junioribus membranaceis, subtus reticulatis glaucis, obovatis, basi cuneata acutis; bracteis bracteolisque hemisphaerico-compactis; pedunculis pluribus glomeratis.

29. *citrifolium* St. Hil. Foliis subcoriaceis laevigatis nitidis, oblongis cuspidatis, basi acutis; stipulis petiolos subaequantibus, pedunculis paucis aut numerosis umbellato-fasciculatis, bracteolis pedunculis triplo brevioribus.

30. *coelophlebium* Mart. Foliis membranaceis oblongis acuminatis, basi acutis, venis superne impressis; pedunculis numerosis umbellatis in ramulis alaribus cincinnatis abbreviatis aut in nodulis glomeratis.

31. *floribundum* Mart. Foliis subcoriaceis nitidis, oblongis cuspidatis basi acutis; stipulis petiolos pedunculosque aequantibus; floribus numerosissimis umbellato-glomeratis, calycis foliolis margine membranaceo imbricatis.

32. *tortuosum* Mart. Ramis tortis, cortice suberoso, ramulis rufis; foliis subtus reticulatis glaucis, tandem coriaceis, obovatis, basi longe cuneatis; pedunculis numerosis dense glomeratis, calycis laciniis ovatis immutatis.

33. *magnoliaefolium* St. Hil. Foliis magnis, tandem coriaceis, oblongis; stipulis ramentisque striatis quam petioli duplo brevioribus; pedunculis numerosis glomeratis (stylo subsimplici).

34. *macrocnemium* Mart. Foliis magnis coriaceis oblongis, basi longe cuneatis; stipulis ramentisque pollicaribus, pedunculis intra bracteas et bracteolas striatas glomeratis (4—10).

§. I. SPORADANTHA.

1. *Erythroxylon betulaceum.*

E. ramulis erecto-patentibus subdistichis, novellis *rore glauco;* foliis *parvulis membranaceis, obovato-orbicularibus emarginatis, basi rotundatis*, stipulis bifidis petiolos paullo excedentibus, junioribus ferrugineo-villosis; ramentis in *ramulis brevibus* arcte *cincinnatis* lato-triangularibus setoso-acuminatis; pedunculis solitariis paucisve aggregatis e ramentis; calycis laciniis ovatis acutis (stylis stamina parum superantibus).

Habitus *E. microphylli.* *Fruticulus* altitudine 2 — 4 pedum, dense et crebro ramosus. *Rami* teretiusculi, cortice plumbeo-fusco, longitudinaliter rimuloso. *Ramuli* subdistichi, recti vel incurvati, ultimi angulati et tecti epidermide unita laevigata, rore glauco, tandem detergendo obducti. *Folia* obovata vel orbiculari-obovata, antice rotundata saepeque emarginata, versus basin nonnihil attenuata et obtusa, longitudine 3—5 lin., latitudine 3—4, instructa *petiolis* vix semilineam longis et *stipulis* illos superantibus, triangularibus, bifidis, superne valde concavis, tenuiter membranaceis, flavescentibus, villo ferrugineo adspersis, nervis binis in dentes excurrentibus firmatis. *Ramenta* in ramulis perbrevibus arcta, distiche cincinnata, longitudine lineae, lato-triangularia, obscure fusca, medio carinata et arista brevi armata, juniora ferrugineo-villosa. *Pedunculi* ex alis superiorum ramentorum proveniunt haec vix superantes, solitarii, interdum nonnulli aggregati, sursum incrassati, angulis 5 valde prominentibus. *Calyx* parvus, laciniis ovatis acutis, margine extenuatis, viridis aut ex viridi et rubenti varius. *Petala* alba, angusto-lineari-oblonga, basi nonnihil contracta, apice rotundata et subcrenulata, nervo sat conspicuo percursa; ligulae anteriores lobi suborbiculares denticulati, posterior reflexa, oblonga subintegerrima. *Urceolus stamineus* longitudine calycem subaequans, cylindricus, truncatus, 10-denticulatus. *Filamenta* filiformia, alba, tenuissima. *Antherae* cordato-orbiculares. *Ovarium* ovatum. *Styli* discreti, *stigmatibus* capitatis ornati stamina sub anthesi nonnihil superant. *Drupa* ignota.

Haec species primo intuitu valde convenit cum planta, quam Bertero nomine *Erythroxyli subcordati* divulgavit (De Cand. Prodr.

I. Nr. 25 p. 575) in insula S. Dominici lectám. Si vero accuratius inspicias, non solum specie sed etiam genere utramque differre pro certo habebis. *E. subcordatum* nimirum folia habet non stipulis intrapetiolaribus donata sed potius ocreata, ideoque, dum flores innotuerint, ad calcem generis *Coccolobae* in systemate introducendum est, ab Erythroxylis vero removendum. Inter ipsa *Erythroxyla* nostro arcta affinitate jungitur *E. hypericifolium* Lam., quod folia plerumque majora, versus basin evidentius cuneata, stipulas et ramenta longiora habet.

Crescit E. betulaceum in mediterraneis prov. Bahiensis ad Montem Sanctum: Mart.; ad Jacobina velha: Blanchet.

2. *Erythroxylon microphyllum.*

E. ramulis densis, dense *verruculosis*; foliis crebris, plerumque parvulis, *coriaceis, obovatis*, lineari-obovatis, obovato-suborbicularibus, rarius oblanceolatis vel oblongis, *obtusis vel emarginatis, basi acutis*, supra nitidis, saepe margine revolutis; stipulis petiolorum longitudine *bifidis* ramentisque paucis cincinnatis persistentibus *obscurius coloratis* glabris; pedunculis solitariis paucis aggregatis (2—4); calycis laciniis ovato-triangularibus acutis; staminibus pistillo longioribus aut brevioribus; stylis *basi* (plerumque) *connatis*; drupis cylindrico-conicis, putamine trigono.

Erythroxylon microphyllum St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. *100 Nr. 14. tab. 103.*

Frutex 3—4 pedes altus, quam maxime variabilis, nunc humifusus, nunc erectus, densus, rigidulus. *Rami* teretes, rectiusculi, saepe crebri et subparallelo-patentes; epidermide griseo-viridi, cortice testaceö-fusco, specie verrucularum vel cristularum suberosarum ex epidermide prorumpente. Verruculae crebrae, in ramulis novellis ferrugineae, in adultioribus cinerascentes. *Ramuli* ultimi compressi aut angulati, minus dense verruculosi. *Folia* tam circumscriptione et magnitudine quam compage variantia: in formis microphyllis plerumque obovata, in macrophyllis oblonga aut oblongo-lanceolata, in omnibus apice obtusa vel rotundata, nec acuta, basi cuneato-attenuata nec obtusa, apice interdum emarginata, nervoque medio nonnihil promisso mucronulata. Longitudo 3—15 lin., latitudo 1—5 lin. *Petiolus* brevis, vix ultra lineam longus. *Stipula* petiolum aequans, augusto-triangularis, apice rarius obtuso, plerumque acuto, bidentata vel bifida, dorso bicarinata, inter carinas convexa, fusca, tandem nigrescens. *Lamina* compage crassiuscula, subcoriacea, sicca in formis amplifoliis tenuius membranacea, tandem tamen subcoriacea; colore supra obscure viridi, nitido; infra pallidiore et subinde glaucescente. Nervus subtus nonnihil prominens, saepe rufescens. Venae vix conspicuae. *Ramenta* stipulis similia, saepe basi aristigera, versus extremitates ramulorum nonnulla (4—8) disticha, distantia ½—1—3 lin. posita, reliquis majora; plura ramulos laterales decurtatos inchoantia, sibi magis approximata, eaque plerumque flores emittentia, fusca, tandem nigricantia. *Pedunculi* ex alis ramentorum, 2—4 in quovis ramulo, 1—5 lin. longi, bracteolis minimis inter ramenta occultatis stipati, pentagoni. *Flores* magnitudine mediocri, diametro 2 lin. *Alabastrum* globosum vel obovato-pentagonum. *Calyx* ultra ½ lin. altus, laciniis ovato-triangularibus acutis, margine sub lente subtilissime reticulato. *Petala* alba, vel alba cum virore, lineari-oblonga, obtusa, apice concava, nervo latiusculo. Ligula e secundo triente enata, verticalis (dum lamina replicatur); lobi antici ovati, obtusi, acute dentati, cum lobulo intermedio connectente oblongo-quadrato sursum bigibboso; lobi postici duplo breviores, in commissura postica leviter emarginati. *Urceolus stamineus* calyce brevior, orificio denticulato, denticulis plerumque nec regulariter tamen filamentis interjectis. *Filamenta* subulata, subaequalia, pistillo nunc longiora, nunc breviora. *Antherae* subglobosae, ochroleucae, loculis in medio latere rima tandem completa hiantibus. *Pollen* album. *Ovarium* obovatum. *Styli* basi plus minus alte connati. *Stigmata* clavata. Post anthesin nunc stamina, nunc pistillum altius excrescunt; in fructu vero styli fere semper ad basin usque divisi adparent. *Drupa* 3—4 lin. alta, subcylindrica aut nonnihil angulata, obtusa, coccinea. *Putamen* cristis 6 longitudinalibus sulcatum, triquetrum, triloculare, in unico loculo semen continens oblongum, chartaceo-ligneum, in loculi fertilis dorso medio extus carinatum. *Embryo* exalbuminosus videtur.

Haec species polymorpha praesertim distinguitur: ramificatione densa, ramulis subparallelis, verrucis in cortice creberrimis, foliis densis, parvis, subcoriaceis nec unquam membranaceis, ramentis confertis colore fuscescente vel nigrescente, flores solitarios emittentibus, quorum pauci aggregati, denique stylis plerumque plus minus connatis.

Haud abs re esse videtur, primarias varietates exponere. Sunt vero:

α) *E. microphyllum angustifolium:* ramulis abbreviatis, foliis angustis, lineari-spathulatis, 3 lin. longis, 1 latis. — *Erythroxylon microphyllum* var. *α* St. Hil. l. c. ejusque icon tab. 103.

β) *E. microphyllum cuneifolium:* ramulis abbreviatis, foliis obovato-cuneatis, 3—7 lin. longis, 2—3 lin. latis.

γ) *E. microphyllum gonoclados:* ramulis longioribus, densis, subdistichis, argute angulatis, tandem in angulis suberosis;

foliis obovato-orbicularibus vel obovato-spathulatis, 2—6 lin. longis, 2—3 latis. Huc tamquam forma junior pertinet: *Erythroxylon microphyllum* var. β St. Hil. l. c. p. 101.

δ) *E. microphyllum amplifolium:* ramis elongatis, minus verruculosis vel sublaevigatis, foliis lanceolatis, oblongis, vel oblanceolatis, 8—20 lin. longis, 2—10 latis. Tab. nostra 3.

Subvarietas *) foliis obovato-cuneatis v. oblanceolatis.
**) foliis oblongis v. oblongo-lanceolatis.

ε) *E. microphyllum reticulatum:* ramis tortis verruculosis valde squamosis; foliis ellipticis vel obovato-oblongis crassis, supra nitidissimis, subtus reticulato-venulosis glaucescentibus.

*Crescit haec species in campis et locis apertis elevatis temperatioribus. In provincia S. Pauli prope urbem: **St. Hil.**, inter Lorenam et Guaratingueta, oppidula ejusdem provinciae, in dumetis: **M.**; in Brasilia meridionali: **Sellow**, in prov. Minarum prope urbem Ouro Preto, vicum Itambé, in Serra do Caraça: **St. Hil.**, **M.**, in prov. Goyazana prope S. Pedro: **Pohl.***

Observatio: In varietatis δ amplifolii subvarietate ** tanta a typo primario alienatio, ut facile cum aliis speciebus possis confundere. Rami huic sunt crebri, recti, minus dense ramentaceo-squamosi; folia supra nitida subtus opaca, minus saturate viridia, ovata vel ovato-elliptica, obtusa, subemarginata cum mucrone, basi breviter acutiuscula; stipulae ramentaque persistentia parciora sunt, lato-triangularia, summa majora. Cum *E. cincinnato*, cui summopere affine, hoc nostrum praecipue comparandum est; differt vero ramulis robustioribus minusque flexuosis, foliis non exacte ex ovata basi breviter acuminatis, sed in ipsa media parte saepe latissimis, basi potius acutiusculis quam rotundatis, subtus nullas maculas exhibentibus, stipulis ramentisque ramulorum novellorum duplo fere majoribus, ramentis parcioribus, brevius setulosis vel denticulatis, pedunculis longioribus, floribus paullo majoribus.

3. *Erythroxylon Myrsinites.* Tab. nostra 4.

E. ramulis erecto-patulis; foliis *lanceolatis* aut *angusto-ellipticis, obtusis, basi breviter acutiusculis, membranaceis*, supra nitidis, subtus *glaucescenti-incanis*; stipulis *lato-triangularibus bisetulosis* ramentisque *paucis laxis membranaceis striatis*, quam petioli duplo brevioribus; pedunculis solitariis petiolos duplo superantibus; laciniis calycis triangularibus acutis (staminibus pistillum excedentibus).

Frutex ramis densis erectiusculis subvirgatis. ***Ramuli*** crebri, subdistichi, erecto-patuli, longitudine subaequales, teretes, graciles. Cortex fuscus. Epidermis cinerea, longitudinaliter rimulosa et cicatricosa. *Folia* subdistiche patentia, novella mollia, adulta membranacea, lanceolata aut angusto-elliptica, apice rotundata et nervo promisso brevissime mucronulata, basi nonnihil contracta et acutiuscula, margine in cristas petioli decurrente, supra nitida, subtus incano-glaucescentia, nervo rubente subtus prominente, venis venulisque arcte anastomosantibus. ***Petiolus*** tandem 2 lin. longus. ***Stipula*** membranacea, lato-triangularis, longitudinaliter nervosa, cristis 2 in setulas promissis firmata, in foliis evolutis petiolo duplo brevior. ***Ramenta*** ramulos inchoantia laxe bifaria, in quovis latere 2—5, forma et textura stipularum, dorso versus basin arista brevi armata. ***Flores*** ex alis stipularum vel ramentorum solitarii, sparsi. ***Pedunculi*** 3—4 lin. longi, sursum nonnihil incrassati et pentagoni, ima basi circumvoluti *bracteolis* 2 minimis ovatis acutis membranaceis. ***Calyx*** $\frac{1}{2}$ lin. longus, laciniis triangularibus acutis. ***Alabastrum*** obovato-pentagonum. ***Petala*** alba, 1 $\frac{1}{2}$ lin. longa, oblonga, apice rotundata, basi nonnihil contracta, nervo angusto antice evanescente. Ligulae lobi anteriores e primo triente petali enati, erecti, oblongo-obovati, undulato- crenulati; posticus reflexus, transverse oblongus. ***Urceolus stamineus*** fere cylindricus, calyce $\frac{1}{4}$ brevior, 10-crenulatus. *Stamina* pistillum, quod statu virgineo 1 lin. longum est, fere duplo superantia. *Filamenta* filiformia. *Antherae* ovatae, albae. *Ovarium* ovatum. *Styli* erecti, *stigmatibus* parvis subclavatis. *Drupa* immatura oblongo-conica.

Crescit in provinciis S. Pauli et Minarum, locis editioribus, arboreto consitis: **Sellow**, M.

4. *Erythroxylon distortum.*

E. ramulis densis, *curvatis, infra innovationes compressis;* foliis tenuiter coriaceis, supra nitidis, subtus glaucis, *obovatis* vel obovato-oblongis, antice *rotundatis, basi cuneatis;* stipulis ramentisque laxe cincinnatis persistentibus *parvis* triangularibus, herbaceo-membranaceis paucinerviis bidentatis petiolis brevioribus; pedunculis axillaribus *paucis confertis;* calycis dentibus triangularibus, petalis ochroleucis; drupis oblongo-ovatis.

Frutex altitudine 4—6 pedum. *Rami* teretes, paullo flexuosi, cortice fusco, epidermide cinerea, laevigata aut subtiliter rimulosa. *Ramuli* frequentes, subdistichi, saepe fastigiato-conferti, curvati aut flexuosi, non solum in extremitatibus novellis sed etiam in parte adultiore compressi, inferne aphylli sed ramentorum persistentium serie bifaria laxe squamulosi. *Folia* 6—12 lin. lata, 10—18 lin. longa, pleraque obovata, antice rotundata, medio leviter emarginata et mucronulata, versus basin cuneato-attenuata, alia oblongo-ovata, tenuiter coriacea, supra laete viridia nitidaque, subtus glaucescentia, vel tandem pallidiora, nervo rubente, venis angulo acuto provenientibus venulisque parum conspicuis, instructa *petiolo* circiter lineam longo, sulco supra insculpto acute marginato. *Stipula* herbaceo-membranacea, i. e. pallide viridis nec scariosa, ½ lin. longa, triangularis, concava, dorso cristis duabus remotiusculis et in utroque latere nervo uno alterove firmata, apice breviter bidentata, dentibus divergentibus. *Ramenta* stipulis similia, munita arista brevi saepe decidua aut dorso longitudinaliter adnata, in ramulis laxo ordine bifaria, 6 — 12 in quovis latere, tandem plus minus obliterata. *Pedunculi* ex alis ramentorum vel foliorum, aut omnino solitarii in ramulis novellis, aut, dum plura ramenta flores promant, nonnulli approximati, ante anthesin curvato-nutantes, demum erectiusculi, 1—2 lin. longi, pentagoni, sursum incrassati, purpurascentes, angulis viridibus. *Bracteolae* pedunculum basi vaginantes $\frac{1}{3}$ lin. longae, lato-ovatae, medio mucronatae, saepe in tubulum quasi connatae. *Alabastrum* obovatum, leviter pentagonum. *Flos* parvulus, diametro vix duarum linearum. *Calyx* perbrevis, in dentes sectus breves, triangulares, crassiusculos. *Corolla* ochroleuca. *Petala* ex ovata basi linearia, obtusa, concava, crassiuscula. *Ligulae* lobi antici breves, margine undulati, cum intermedio commissurali quadrato, antice truncato, medio brevissime denticulato; lobi postici medio confluentes in formam transverse oblongam. *Urceolus stamineus* perbrevis, denticulis inter *filamenta* subulata petala et pistillum duplo exsuperantia interjectis. *Antherae* subglobosae, albae. *Ovarium* ovatum. *Styli* breves, divergentes. *Stigmata* capitata. *Drupa* oblongo-ovata, acutiuscula, laevigata, 4 — 5 lin. alta. *Putamen* tenue, papyraceum, abortu unicum semen continens, angusto-oblongum. *Embryo* vix albumine distincto circumdatus, cotyledones exhibet lineari-oblongas, intus planas, extus leviter convexas.

Crescit in sepibus et silvis prope oppidum S. Georgi Insularum, in prov. Bahiensi. Januario floret et fructus immaturos praebet.

Haec species praesertim cum *E. subrotundo* confundi potest. Differt foliis densioris compagis, exacte obovato-cuneatis, stipulis ramentisque duplo minoribus, floribus minoribus crassioribus et ochroleucis petalis, rel; ab *E. virgultoso* foliorum forma et floribus solitariis, nec glomeratis differt; ab utroque ramulis non solum innovantibus, sed etiam adultioribus compressis.

5. *Erythroxylon subrotundum.*

E. ramulis crebris rectis, patentibus, subdistichis; *foliis obovatis, antice rotundatis*, subemarginatis, *basi cuneatis, acutis*, tenuiter membranaceis, subtus pallidis vel glaucescentibus; *stipulis longitudine petiolorum ramentisque membranaceis scariosis*, pallide fuscis, *arcte cincinnatis, bifidis, ciliatis*, pedunculis floriferis ramenta duplo superantibus, *paucis*, confertis; calycis laciniis ovatis, acutis (staminibus pistillum superantibus), drupis . . . . .

Erythroxylon subrotundum St. Hil. Flor. Bras. mer. II. p. 99 Nr. 12.

Hujus speciei essentia versatur in:

1. Foliorum simul deciduorum simulque erumpentium circumscriptione obovata, antice semper rotundata; 2. in eorum compage tenuiter membranacea; 3. in ramentorum ramulos laterales et innovationes inchoantium dispositione arcte cincinnata, ita ut ramulos vestiant perbreves; 4. in eorundem dilute fuscorum scariosorum, longitudinaliter nervosorum ciliis aut villo ferrugineo marginalibus; 5. in florum dispositione solitaria; 6. in petalis albis, tenuibus, mediocris magnitudinis.

Frutex in locis siccis per magnam anni partem aphyllus, dense ramosus vel ramulosus. *Ramuli* teretes, versus extremitatem angulati, crebri, subparallelo-patentes subdistichi. Epidermis longitudinaliter rimosa, cinereo-plumbea vel testacea. Cortex fuscus nonnunquam in verruculas testaceas protuberans, saepe scaber. *Folia* obovata, antice rotundata, saepe emarginata cum mucronulo in medio, postice cuneato-attenuata et acuta, pleraque in ramulorum extremitatibus simul propullulantia, membranacea, juniora valde tenera et mollia, per longum temporis spatium complicata et glaucescentia, adultiora parum firmiora, subtus glaucescentia, latitudine 5—10, longitudine 6 – 12 lin. *Petiolus* vix linea longior, superne canaliculatus, margine acuto, saepe undulato. *Stipula* longitudine petioli angusto-triangularis, apice bifida et bisetosa, dorso bicarinata, junior herbacea, pallide viridis, nervosa; adultior ferruginea, in margine extenuato, scarioso, tandem expallido, ciliis aut villo ferrugineo ornata. *Ramenta* stipulis similia, hinc inde aristam ferentia, in ramulis lateralibus aphyllis 6—10 dense bifariam posita, in ramorum apicibus paullo laxius disposita. *Flores* magnitudine mediocri. *Pedunculi* ex quovis ramulo ramentigero, saepe valde abbreviato, 2, 3—5, 3 lin. longi pentagoni. *Alabastrum* obovatum. *Calyx* linea brevior, laciniae ovatae, acutae. *Petala* alba, vel alba cum virore, lineari-oblonga, medio concava et nervo latiusculo percursa. Ligulae lobi antici oblongi, irregulariter sinuato-dentati cum appendicula commissurali minima bidenticulata; lobi postici triplo breviores, medio in lacinulam bifidam reflexi. *Staminum urceolus* longitudine fere calycis, ore denticulis parvis, qui staminibus interjecti sunt; *filamenta* filiformia, alba. *Antherae* cordato-subglobosae, ochroleucae. *Pistillum* filamentis duplo brevius *Ovarium* obovatum. *Styli* tres distincti. *Stigmata* subglobosa. *Drupa* 3—4—5 lin. longa, in pedunculo plerumque 4—6 lin. longo.

Dum folia demittit, priusquam nova promat, nonnunquam floret, floribus tunc idcirco praecocibus.

Forsan haec species cum *E. Pelleteriano* conjungenda erit. Quibusdam notis quoque convenit cum *E. frangulaefolio*, attamen distinguendum stipulis ramentisque ferrugineis nec stramineis, pluribus et approximatione cincinnatis; foliis latioribus, apice rotundatis nec acutis, floribus paullo majoribus. Ab *E. microphylli* varietate amplifolia separatur ramulis laevigatis nec verrucoso-scabris, foliis mollioribus, nec unquam coriaceis, ramentis stipulisque minus firmis nec ita persistentibus, neque colorem cinereo-nigricantem induentibus.

Crescit in sabulosis dumetis maritimis Restingas dictis prope promontorium Cabo Frio: Ser. Princ. Vidensis, St. Hil., in montibus Serra da Broca, Prov. Sebastianopolitanae; in silvis aestu aphyllis, quas Caa-tingas dicunt, prope Maracas, in Prov. Bahiensi: M. In aridis silvis ad Jacobina velha, prov. Bahiensis: Blanchet; in prov. Pernambucana: Gardner. Septembri floret.

6. *Erythroxylon Pelleterianum.*

E. ramulis erectis subvirgatis; foliis lato-lanceolatis vel oblongo-lanceolatis acutiusculis; basi acutis, *membranaceis*, subtus pallidioribus (exsiccatione saepe ferrugineis); stipulis longitudine petiolorum ramentisque *herbaceis* striatis setulosis, *laxe imbricatis*; pedunculis nonnullis aggregatis, *floriferis ramenta aequantibus*, fructiferis quadruplo longioribus; calycis laciniis ovatis obtusis (staminibus pistillum superantibus); drupis conico-subtrigonis.

Erythroxylon Pelleterianum St. Hil. Flora Bras. merid. II. p. 100 Nr. 13 t. 102 (specimen fructiferum).

Valde affine est *E. subrotundo;* distinguitur ramis strictiusculis erectis subfastigiatis, nec disticho-patentibus, foliis longioribus, nunquam exacte obovatis et cuneatis, licet subinde fere elliptica observentur, subtus minus evidenter glaucescentibus, stipulis (nunc glabris nunc ferrugineo-ciliatis) evidentius striatis, ramentis paucioribus, laxioribus nec arcte cincinnatis; floribus minoribus, petalis crassioribus albis nec albo-virentibus.

Erythroxylon flaccidum Salzm. (Plant. exsiccat. bras.) prope Soteropolin lectum, hujus forma videtur acutifolia sub ipso vernationis stadio collecta ideoque folia novella valde mollia et flaccida exhibens.

Crescit in sylvis caeduis provinciae Minarum, e. g. prope Itajurú praedium, vicinia vici S. Miguel de Mato dentro, ubi cl. de ***St. Hilaire*** *legit, in silvis Caa-tingas provinciae Bahiensis, ubi ipse prope vicum Maracas observavi.*

Erythroxylon obtusum De Cand. Prodr. I. p. 574 Nr. 14, quoad habitum nostro comparandum est. Differt foliis obtusis vel apice rotundatis, subtus evidenter pruinoso-glaucis.

7. *Erythroxylon revolutum.*

E. ramulis subdisticho-patentibus rigidis; foliis *coriaceis* subtus *incano-glaucescentibus* et *subtilissime pubentibus, margine revolutis, obovato-oblongis,* antice rotundatis, basi acutiusculis; stipulis ramentisque triangularibus subintegris petiolo duplo brevioribus; floribus in axillis foliorum vel ramentorum *sessilibus* paucis (2—6) aggregatis, calycis laciniis *ex ovato acuminatis* (stylis stamina superantibus).

Arbuscula pedum 8—12 altitudine. *Rami* patentes, crebre et subdistiche ramulosi. *Ramuli* teretes, ultimi solum nonnihil compressi, cortice cinereo-fusco, longitudinaliter rimuloso, rigiduli.

Folia crasso-coriacea, sicciuscula, supra saturate viridia, subtus cano-glaucescentia et villis tenuissimis (utriculis septatis brevibus rectis) tam dense obsessa, ut tactu mollia, oblonga vel fere elliptica, antice rotundata, basi breviter acutata, margine revoluta, nervo supra impresso subtus valde prominente, venis venulisque crebris anastomosantibus, subtus prominulis rubentibus; mucro parvulus e nervo productus caducus; *petiolus* 1 ½ lin. longus, teretiusculus, superne canaliculo tenui exaratus; *stipula* lato-triangularis, utraque basi nonnihil decurrens, membranaceo-scariosa, striata, obtusiuscula, integerrima vel leviter bifida, dimidiam petioli longitudinem aequans. *Ramenta* pauca, sparsa, stipulis similia aut nonnihil majora, arista basilari ipsis paullo breviore. *Flores* 2—4, rarius plures sessiles in ala folii vel ramenti suffulti, *bracteolis* tenuibus membranaceis, flavescenti-pallidis, ovatis, acutis, nervo robusto percursis. *Calyx* 1 ½ lin. longus, gracilis, pentagonus, ad medium usque bifidus in lacinias triangulares acutiusculas, crassiusculas, rubentes, margine tenuiore albidas. *Petala* albida. *Urceolus* stamineus longitudine calycis, 10-denticulatus. *Filamenta* filiformia, alba. *Antherae* globosae. *Ovarium* obovatum. *Styli* discreti, stamina superantes, *stigmatibus* capitatis terminati. *Drupa* matura non visa; immatura oblonga.

Crescit in silvis Caa-tingas dictis, in mediterraneis prov. Bahiensis, e. g. prope S. Antonio das Queimadas.

Haec species praesertim affinis est *E. rigidulo* De Cand. Prodr. I. p. 575. Nr. 24 habitu et foliorum textura, pube formaque. Flores tamen in hoc fere duplo majores sunt, calycis dentibus instructi duplo brevioribus exacte lato-triangularibus, et plures conglomeratim e ramuli lateribus proveniunt.

8. *Erythroxylon frangulaefolium.*

E. ramulis gracilibus patentibus; foliis *membranaceis, breviter oblongis, cuspidato-acutis, basi acutis;* stipulis ramentisque tenuiter *membranaceis pallidis* (stramineis) lineari-lanceolatis, apice bisetosis, petiolos duplo superantibus, *parcis et remotiusculis; pedunculis* ex alis vel ex ramentis *solitariis aut* 2—3 confertis, longitudine stipularum, laciniis calycinis lato-triangularibus; (staminibus pistillo brevioribus aut longioribus); drupis cylindraceo-conicis.

Erythroxylon frangulaefolium St. Hil. Flor. Bras. mer. II. p. 99. Nr. 11.

Frutex ramis laxis patentibus. *Ramuli* subdistichi, remotiusculi, graciles, erecto-patentes vel patentes, recti aut paullo flexuosi, apice parce foliosi; cortice cinereo-fusco laevigato aut parvis verruculis cinereis obsito. *Folia* versus apices ramulorum novellorum compressorum, subinde glaucescentium, laxe disposita; *petiolis* instructa bilinearibus, breviter oblonga, cuspidato-acuminata et acuta, basi quoque acuta, 9—27 lin. longa, ipso medio 6—15 lin. lata, tenuiter membranacea, supra laete viridia et probe adulta nitidula, subtus pallidiora, nonnunquam glaucescentia, nervo medio rubescente, venis intra marginem arcuato-combinatis venulisque parum prominentibus. *Stipulae* petiolos duplo superantes, tenuiter membranaceae, siccae, pallidae, lineares, margine extenuato albidae, dorso cristis duabus approximatis, basin versus inter cristas concavae, setulis binis divergentibus tenuibus et fugacibus e cristarum extremitate et nonnunquam tenui arista subapicali instructae. *Ramenta* infra folia disticha in quovis ramuli latere terna quaternave, nunc approximata, nunc distantia, stipulis similia, attamen praesentia aristae nigricantis facile distincta, fere e basi exeuntis; vix integra persistentia, ita ut in ramulis biennibus eorum pars inferior solummodo remaneat, praesertim florifera tandem abbreviata. *Flores* nunc solitarii nunc bini ternive proveniunt in ramulis abbreviatis ramentaceis, qui aut axillares apparent, dum folia adhuc perstant, aut laterales, his jam delapsis. *Pedunculi* bilineares, erecti, tandem erecto-patuli, pentagoni, sursum nonnihil incrassati. *Alabastra* obovata. *Calyx* $\frac{1}{2}$ lin. longus, laciniis triangularibus acutis, margine levissime extenuato et ciliato, obsolete trinervibus. *Petala* duplo longiora, basin versus cuneato-attenuata, fere in medio ligulifera, parte antica lineari-oblonga, concava. Ligula anterior subquadrata, profunde biloba, lobis rotundatis, margine undulatis, appendicula commissurali parva, bidenticulata; ligula posterior duplo brevior, cum lobulo intermedio reflexo transverse oblongo. Interdum alterum lobulum ligulae anterioris profunde bifidum inveni in lacinias lanceolatas inaequales. *Urceolus staminum* in floribus evolutis longitudine fere calycis, levissime decem-denticulatus, staminibus iis, quae calyci opponuntur, ex ipso orificio enatis, aliis, quae corollae sunt opposita, parum intra orificium adnatis. *Filamenta* filiformia, subaequalia, nunc stylis breviora, nunc (rarius) iis superata. *Antherae* parvae, ochroleucae. *Ovarium* ovatum. *Styli* discreti, divergentes. *Stigmata* capitata. *Drupae* in pedunculis 3—4 lin. longis, erectis, altitudine pedunculorum, ovato-conicae, epidermide coccinea, carne tenui. *Putamen* trigonum, firmiter chartaceum, ovatum, vertice acutum, angulis 6—7 subaequalibus prosilientibus notatum, coloris pallide testacei, abortu duorum loculorum uniloculare, et monospermum.

Obs. Haec species praesertim dignoscitur: ramulis tenuibus laxiusculis, foliis breviter oblongis utrinque attenuatis; stipulis ramentisque novellis membranaceo-scariosis, petiolos longitudine fere duplo superantibus, pedunculorum raritate, floribus parvulis *).

---

*) *Erythroxylon ovatum* Cav. Diss. VIII. p. 404 t. 233. De Cand. Prodr.

Crescit in silvis caeduis collium et in dumetis prope Sebastianopolin: St. Hil., Pohl, Mart., *nec non in prov. Alagoas:* Gardner. *Sept. floret, Novembri fructificat. Styli stamina superant in speciminibus Sebastianopolitanis, superantur vero staminibus in Alagoensibus.*

9. *Erythroxylon ectinocalyx.*

E. ramulis crebris patentibus; foliis membranaceis ovatis vel ovato-lanceolatis, cuspidatis, *apice basique acutis;* stipulis ramentisque in ramulis axillaribus terminalibusque cincinnatis, bi-tri-setulosis, quam petioli brevioribus; pedunculis e ramentis aggregatis vel *sparsis,* petiolos triplo superantibus; foliolis calycis suborbicularibus

---

I. p. 574 Nr. 8. est affinis species ex unico manco exemplari in herbario Jussieui, quod vidi, constituta, ita forsan definiendam erit:

E. foliis membranaceis, subtus pallidioribus et subglaucescentibus, oblongis vel ellipticis, apice rotundatis, basi acutis, petiolis longitudine stipularum et ramentorum triangularium (1 lin. longis); ramentis florum *glomerulos* colligentibus laxe cincinnatis; pedunculis paucis glomeratis floriferis? petiolos triplo superantibus; laciniis calycis lato- vel subovato-triangularibus; staminibus —; drupis oblongo-cylindricis acutis.

Haec species praesertim cum *E. frangulaefolio, passerino et subrotundo* conferenda est. Ab *E. passerino* differt foliis tenuioribus ellipticis nec obovatis, a *subrotundo* foliis oblongis nec obovatis, a *frangulaefolio* foliis rotundatis nec acutis, ab utroque floribus, qui bracteis et bracteolis instructi sunt, nonnullis dense confertis, nec e ramentis sparsim et subsolitarie provenientibus. Bracteae et bracteolae membranaceae, siccae. Calyx 1 lin. longus.

acutis, *infra drupam* ovatam *excrescentibus* eamque dimidio velantibus.

Frutex dense ramosus et ramulosus. *Ramuli* irregulariter subdistichi patentes, plus minus flexuosi, epidermide cinerea, passim verruculis fuscis obsessa; ultimi compressi laeves, purpurascenti-virides. *Folia* ovata cum brevi acumine, basi acute attenuata vel cuneata, apice acuto, rarius ovato-lanceolata, 12—15—24 lin. longa, 7—10 lin. lata, membranacea, compage densa, luci obversa subtilissime punctata, saturate viridia, nervo, venis venulisque sat arcte anastomosantibus purpurascentibus. *Stipulae* lato-triangulares, petiolo duplo breviores, vix lineam longae, convexae, bicarinatae et saepe bisetulosae. *Ramenta* magnitudine et forma stipularum, saepe in medio seta brevi munita, in ramulis, tam terminalibus quam lateralibus, pollicem et ultra longis, nunc laxe sparsa, nunc dense disticha et cincinnum formantia, crassiusculo-membranacea et persistentia. *Flores* in axillis ramentorum, bracteolis binis minutis ovatis acuminatis persistentibus ad basin pedunculi circumvoluti. *Alabastra* subglobosa, *calycis foliola* monstrant suborbicularia, medio in mucronulum producta, margine imbricata. Sub anthesi flores non observati. *Pedunculi* fructiferi e quovis ramulo ramentaceo nutant 2, 3, 4 vel 5, trilineares, purpurascentes, sursum incrassati et angulis 5 acutis instructi. *Calyx fructifer* 2 lin. altus, foliolis ovatis vel ovato-rotundatis cum brevissimo et acuto mucronulo, membranaceis, nervo lato evanido, purpurascentibus. *Drupa* circiter 3 lin. alta, ovata, acuta, saepe stylis persistentibus discretis, vix lin. longis coronata, nucleo teretiusculo.

Haec species affinis est: *E. cincinnato*, quod ramenta paullo longiora, densius cincinnata, folia firmiora, obtusa, basi rotundata majora et calycem quinquepartitum, laciniis triangularibus acutis, non excrescentem, drupas denique dimidio majores habet.

Ab *E. cuspidifolio*, pariter affini, distinguitur: foliis duplo minoribus, minus acuminatis, calyce excrescente, drupa duplo minore.

Ab *E. frangulaefolio* tam foliorum compage firmiore et parvitate, quam stipulis (in illo stramineis et tenuiter membranaceis) et ramentorum dispositione arcta et calyce excrescente discrepat.

Crescit in silvulis Caa-apoam prov. Sebastianopolitanae et Minarum: M. et ***Pohl.***

10. *Erythroxylon cincinnatum.*

E. ramulis crebris patulis, *saepe flexuosis;* foliis ex *ovato breviter acuminatis* aut ovato-lanceolatis, *apice obtuso, basi rotundatis,* membranaceis, nitidis; stipulis ramentisque creberrimis *longe cincinnatis* contiguis, quam petioli duplo brevioribus, *bisetulosis,* pedunculis e ramentis solitariis *paucis aggregatis;* laciniis calycis triangularibus acutis, fructiferis immutatis (staminibus tandem pistillo longioribus); drupis ovato-conicis.

Frutex altitudine 6—10 pedum, dense ramosus. ***Ramuli*** crebri, ultimi breviusculi, saepe flexuosi, versus extremitates plus minus compressi. Epidermis junior viridis cum verruculis griseis ellipticis, medio sulcatis, adultior cinerea rimulosa, saepe ramentorum residuis scabra. ***Folia*** versus ramulorum extremitates conferta, ex ovato breviter acuminata aut ovato-lanceolata, basi rotundata, apice nunc longiore, nunc breviore, semper obtusato, compage densa, neque tamen coriacea, sed membranacea, saturate viridia, subtus pallidiora, nitida. Sicca folia subtus saepe colorem fulvo-fuscidulum exhibent, et sub lente pustulas sive maculas irregulares fuscas, parvulas, ut plurimum ostendunt. Longitudo 10—20, latitudo in primo triente 4—10 lin. *Petiolus* lineam et ultra longus. *Stipula* petiolo fere duplo brevior, angusto-triangularis, apice bifida et bisetosa, dorso canaliculata, margine interdum adscendente. *Ramenta* stipulae similia plerumque paullo majora, vix tamen lineam longa, basi semiamplexicaulia, apice bisetosa et versus basin arista parva decidua armata, bifariam in ramulorum apicibus posita, aut alios ramulos laterales decurtatos omnino occupantia, in quovis latere 4—20 dense sibi approximata et quasi ramulos cincinnatos (*βοστρύχρους πολυκάμτους*) efformantes. *Flores* e ramentis solitarii, plerumque 2, 3, 4, raro plures in uno ramulo cincinnato, tam laterali quam terminali, i. e. nunc infra, nunc supra folia erumpentes. *Pedunculi* linea paullo longiores, primum nutantes. *Calyx* quinquepartitus, laciniis ovato-lanceolatis acutis vel ovato-acuminatis, $\frac{1}{2}$ lin. longis. *Petala* lineari-oblonga, lineam et quod excedit longa, ob basin subcuneatam nonnihil spatulata, nervo medio excurrente, margine integerrima. *Ligula* e primo triente enata, quadrata, lobis anticis distinctis, supra concavis, margine leviter undulatis, postica duplicatura brevi, transversim oblonga, margine valde undulato, appendicula brevi quadrata emarginata. *Stamina* omnia intra urceolum parvum, levissime quinquecrenatum, crenaturis emarginatis enata. *Filamenta* primum longitudine pistilli, postea duplo fere longiora. *Ovarium* obovatum, *stigmata* clavata in *stylis* teretibus, tandem a staminibus superata. *Drupa* 4—5 lin. longa, oblongo-conica, acuta, *putamine* hinc planiusculo, inde convexo.

Haec species differt ab affini *E. frangulaefolio* praecipue ramulis longe cincinnatis (qui in illo rarius proveniunt), foliis ex ovato obtuse acuminatis, basi rotundatis, firmulis, nec oblongo-ovatis, utrinque acuminatis, stipulis ramentisque floriferis brevioribus, nec tenuiter membranaceis et scariosis. Affine porro est *E. cuspidifolio* praesertim structura et cincinnatione ramentorum, differt autem, alia ut taceam, foliis exacte ovatis, i. e. primo triente latissimis, in cuspidem quidem attenuatis obtusam tamen neque acutam, porro foliis duplo minoribus, compage densiore, et statu sicco pustulas seu maculas prae se ferentibus, quales in *cuspidifolio* desiderantur, denique pedunculis paucioribus confertis, sepalis alabastri angustioribus, nec lateribus sibi imbricatis, ramulis brevioribus magis flexuosis.

Crescit in prov. Sebastianopolitana Brasiliae in collibus aridiusculis denuo virgulteto obsessis: Schott, M.

11. *Erythroxylon cuspidifolium.*

E. ramulis erecto-patulis; foliis membranaceis *oblongo-lanceolatis cuspidatis,* basi acutis; stipulis ramentisque in ramulis brevibus axillaribus paucis laxe imbricatis, bi- trisetulosis, quam *petioli duplo brevioribus;* pedunculis e ramentis 3—6 aggregatis, petiolos triplo superantibus; laciniis calycis *lato-ovatis* acutis, in alabastris *imbricatis,* fructiferis non excrescentibus; drupis ovato-conicis.

Rami laxiusculi, cortice fusco, epidermide cinerea, saepe verruculis griseis adspersi. *Ramuli* erecto-patuli, tenues, inferne teretes atque ramentis nonnullis persistentibus, tunc a se remotis, squamosi, antice compressi. *Folia* membranacea, firmula tamen, luci obversa sub lente puncta exhibent semipellucida, quam in *E. frangulaefolio* evidentiora, obscure viridia, nervo subtus prominulo rubente, subtus pallidiora, oblongo-lanceolata, in acumen longiusculum cuspidata, basi acuta cuneatave, medio 1 poll. lata, 2½ longa. *Petiolus* 1—2 lin. longus. *Stipula* lato-triangularis, semiamplexicaulis, dorso lato sulculo exarata, cristis sulcum formantibus in 2 setulas, parvas patentes excurrentibus, insuper setula tertia e medio dorso nonnunquam aucta. *Ramenta* stipulis similia, dorso saepe aristigera, nunc remotiuscula parca, nunc 8—15 ramulos axillares cincinnato-squamulosos, 2—4 lin. longos ornantia. *Pedunculi* 3, 4, 6 in talibus ramulis sibi approximati, 2—3 lineas infra florem longi, 3—6 infra fructum; pentagoni, sursum incrassati. *Bracteolae* minutae intra ramenta delitescunt. *Alabastrum* globosum, *calycis* foliola offert lato-ovata cum brevi acumine, marginibus sibi imbricata. *Flos* probe evolutus non observatus. *Fructus* 4—5 lin. longus, ex ovato conicus, intra calycem patulum, cujus foliola tunc ovato-acuta lineam aequant.

Affinis haec species praesertim *E. frangulaefolio*, attamen distincta: foliis longioribus et ratione longitudinis angustoribus, utrinque longius acuminatis, firmioribus; stipulis ramentisque duplo brevioribus, his in ramulis axillaribus brevibus persistentibus, calycis foliolis latioribus, in alabastro quasi orbicularibus cum brevi acumine marginibus sibi imbricatis, drupis acutioribus et longius pedunculatis. Ab *E. Kunthiano* distinguas: foliis longioribus, basi attenuatis longiusque petiolatis nec rotundatis et subcordatis, compage teneriore factis, ramulis floriferis non noduliformibus, sed longioribus. Ab *E. ectinocalyce* differt, praeter foliorum dimensionem et formam, ramentis in ramulos breviores compositis, calyce fructifero vix mutato, drupa duplo longiore. Ab *E. cincinnato* denique separatur: ramulis rectiusculis nec tortis, ramenta et flores gerentibus (qui in illo saepe pollicis longitudinem adipiscuntur) triplo quadruplove brevioribus.

Crescit in Brasilia, loco natali non indicato: Sellow.

12. *Erythroxylon polygonoides.*

E. foliis lanceolatis vel lineari-oblongis acutis, basi acutiusculis, membranaceis, stipulis ramentisque lineari-lanceolatis, longis, membranaceis longitudinaliter striatis; pedunculis paucis (1—5) ex alis foliorum, longitudine petiolorum et florum; calycis laciniis ovato-triangularibus; (stylis stamina superantibus).

Frutex altitudine humana. *Ramuli* rectiusculi, divisionibus patentibus, teretes vel versus extremitates teretiusculi. Epidermis viridi-fusca, verruculis parvis ellipticis albidis. *Folia* 3—5 poll. longa, 8—16 lin. lata, lanceolata aut oblongo-lanceolata, acuta, basi acutiuscula, membranacea, nervo venisque infra prominulis, supra concavis. *Petiolus* 2 lin. longus, superne canaliculatus, margine acuto. *Stipula* linearis, 4—6 lin. longa, membranacea, colore alutaceo, longitudinaliter nervosa, apice emarginato-bidentata. *Ramenta* ramulos inchoantia stipulis similia vel longiora, laxe disposita, 3—6 in ramulo, basi aristam interdum compressam erigentia, apice bidentata. *Pedunculi* solitarii vel pauci (2—5) ex axillis foliorum ramentorumve, cernui, 2 lin. longi, angulati, sursum crassiores. *Calycis* laciniae ovato-triangulares, acutae. *Petala* paullo ultra lin. longa, lineari-oblonga. Ligula parum infra dimidium petali enata, biloba, lobis obtusis, paullulum serrato-dentatis, duplicatura brevi. *Urceolus* calyce brevior, obiter quinquelobus, lobulis emarginatis. *Stamina* interna inter lobulos et ex emarginaturis emergentia. *Antherae* ovato-subrotundae, obtusae. *Ovarium* subglobosum, vertice fere conico. *Styli* stamina, quae petala aequant, superantes, *stigmatibus* parvis subclavatis.

Crescit in silvis ad Soteropolin. Floret Januario.

§. II. ENGYANTHA.

13. *Erythroxylon anguifugum.* Tab. nostra 5.

E. ramulis densis erecto-patentibus; foliis crassiusculo-membranaceis, *lanceolatis* aut *oblongo-lanceolatis, acumine brevi obtuso,* basi acutis, supra *nitidis;* stipulis ramentisque parce cincinnatis, bidentatis, *petiolos subaequantibus,* pedunculis illis duplo triplove longioribus solitariis, 2 vel 3, e ramentis et axillis foliorum saepe pluribus aggregatis; calycis laciniis ovato-triangularibus (staminibus pistillum superantibus); drupis oblongo-conicis.

Erythroxylon anguïfugum, Mart. Herb. Flor. Bras. Nr. 265.

Frutex. *Rami* densi, cortice plumbeo, irregulariter rimoso. *Ramuli* saepe per paria sibi approximati, rectiusculi, erecto-patuli vel erecti, inferne teretes, superne compressi, epidermide laevigata et saepe rimulis angusto-rhombeis aperta. *Folia* 15—30 lin. longa, 6—12 medio lata, lanceolata aut oblongo-lanceolata, in acumen breve obtusum acutata, basi acutiuscula, compage firmula, tandem subcoriacea, supra nitida et saturate viridia, subtus pallidiora, nervo prominente purpurascente, venis angulo acuto promissis subparallelis venulisque arcte reticulatis statu sicco conspicuis. *Petiolus* lin. et quod excedit longus. *Stipula* paulo brevior, triangularis, acute bidentata, dorso convexa. *Ramenta* longitudine stipularum, sed parum longiora et semiamplexicaulia, pariter bidentata et versus basin aristigera, in novellorum ramorum apice bifariam imbricata, cujusvis lateris 4—6; in adultioribus magis remota et persistentia. *Pedunculi* ex alis horum ramentorum, rariusve ex alis foliorum solitarii, bini ternive, 8—12 fasciculati, 2—3 lin. longi, pentagoni, sursum incrassati. *Bractea* et *bracteolae* binae singulum pedunculum basi amplectentes, lato-ovato-triangulares cum brevi acumine, sub lente margine subtiliter ciliatae. *Calyx* brevis, ½ lin. parum altior, laciniis ovato-breviter acuminatis. *Petala* lin. et quod excedit longa, lineari-oblonga, obtusa, concava, alba. Ligulae lobi antici erecti, ovati, obtusi, marginibus adscendentibus sinuato-dentatis, cum appendicula commissurali brevi acuta; lobi postici breviores et lobo medio replicato subquadrato connexi. *Alabastrum* obovatum. *Urceolus* circiter longitudine calycis, inter stamina introrsum adnata leviter decemcrenulatus, crenulis rotundatis. *Filamenta* pistillum superantia.

Antherae ovatae, obtusae, ochroleucae. *Ovarium* ovatum. *Styli* divergentes. *Stigmata* capitata. *Drupa* anguste oblongo-conica, apice acutiuscula, 4 lin. longa, coccinea, abortu binorum loculorum monosperma.

Ab *E. cuspidifolio* differt: ramulis densioribus magis erectis, foliis brevius petiolatis, crassioribus, oblongo-lanceolatis vel lanceolatis obtusis nec longe acuminatis acutis, calycis laciniis angustioribus, nec margine imbricatis, pedunculis numerosioribus et brevioribus, drupis gracilioribus.

Ab *E. frangulaefolio* facilius distinguas, quum huic folia sint tenuiora, acuminata et acuta, stipulae et ramenta parciora nec cincinnata et tenuiter membranacea et pedunculi parciores.

E. cincinnatum folia habet exacte ovata, basi rotundata, breviora; subtus saepe pustulato-maculata; ramenta longe cincinnata, pedunculos parcos aut subsolitarios.

Differentias, quibus ab *E. Daphnitide* differt, sub illo quaeras.

Crescit prope Cujaba, mensibus Oct. et Nov. floriferum: ***Manso.*** *Radix contra serpentium ictus adhibetur.*

14. *Erythroxylon Daphnites.*

E. ramulis erecto-patulis; foliis primum membranaceis *tandem subcoriaceis, lato-lanceolatis aut oblongis* vel angusto-ellipticis, *apice obtuso* (nec cuspidatis), *basi acutiusculis,* laevigatis, nitidis, *subevениis;* stipulis petiolos superantibus ramentisque triangularibus striatis saepe bidentatis; *pedunculis ex alis ramentorum cincinnatorum* pluribus aggregatis; calycis laciniis ovatis acutis (stylis stamina superantibus); drupis cylindraceo-conicis.

Haec species multis notis cum *E. citrifolio* convenit, sed diversa videtur praesertim foliorum forma et inflorescentiae modo. Folia nempe, quae in illo oblonga et in cuspidem acuminata, huic nostro potius lanceolata vel angusto-lanceolata sunt, apice brevi plerumque obtuso et emarginato. Inflorescentia vero illi glomerata est, ramulo nimirum florifero decurtato et vix conspicuo, pedunculis pluribus ex ala ùnius ramenti prodeuntibus, singulis suffultis suis bracteolis; contra *E. Daphnites* gaudet pedunculis secundum axin elongatum, licet brevem, et ramentis numerosis cincinnatis vaginatum provenientibus. Proximum quoque est *E. anguifugum*, quod differt: foliis breviter acuminatis et acutioribus, subtus evidentius venosis, stipulis ramentisque duplo brevioribus, acutioribus et cortice ramorum tenuiore non testaceo-griseo, sed plumbeo-nigricante subglaucescente, staminum longitudinem aliasque notas ut taceam. Reliquas differentias docet, quae sequitur, descriptio.

Frutex altitudine humana. *Rami* numerosi. *Ramuli* subdistichi, erecto-patuli, ultimi subfastigiati. Cortex crassiusculus, fuscus, tectus epidermide testaceo-grisea, longitudinaliter sulcata et rimulosa, in ultimis ramulis compressis laevigatus, e purpurascenti et viridi varius. *Folia* 18—50 lin. longa, medio 8—16 lin. lata, *petiolis* instructa 1—1½ lin. longis, teretiusculis, superne planis et crista tenui marginatis. *Lamina* in ramulis novellis tenera, rubenti-viridis, nervum medium et venas venulasque arcte anastomosantes rubellas semidiaphanas exhibet, simili ratione, qua in *E. nitido* et *suberoso* rel. videmus; adultiora tamen folia magis magisque crassescunt et compagem foliorum Lauri adipiscuntur, rete venarum tunc subtus minus conspicuo. Circumscriptio inter angusto-oblongam et lanceolatam varia, apice in novellis acutiusculo et breviter mucronulato, in adultis rotundato et saepe emarginato, basi acutiuscula. *Stipula* triangularis, acuta, concava, 2—3 lin. longa, dorso bicristata, apice bidentata vel breviter bifida. Lineae secundum nervum a plicatione ortae in hujus speciei foliis sat evidenter impressae cernuntur. *Ramenta* innovationes muniunt disticha, frequentia, 6—12 in quovis latere, nunc dense imbricata et cincinnata, nunc laxa et dimota, uti stipulae formata, rarius arista brevi instructa, persistentia, margine membranaceo, fuscidulo. *Flores* ex alis ramentorum solitarii, singuli bracteolis binis minutis, intra ramenta delitescentibus instructi, in quovis cincino 4—12. *Pedunculus* 2—4 lin. longus, tenuis, sursum nonnihil incrassatus et pentagonus. *Calyx* $\frac{1}{2}$ lin. altus, laciniis ovatis acutis; nervo vix conspicuo, margine extenuato. *Petala* structurae solemnis, alba, lin. longa. *Urceolus* stamineus longitudine calycis, ore decemdenticulatus, filamenta quinque e sinu emarginaturae emittens, quinque ex ipso margine. *Filamenta* quam styli breviora. *Antherae* globosae. *Ovarium* obovato-subtrigonum. *Styli* filiformes. *Stigmata* depresso-capitata. *Drupae* (quas vidi, immaturae) 4 lin. altae, ovatae, acutiusculae, coccineae.

Crescit in prov. Goyazana, ad Rio Claro, Cavalcante, Trahiras: Pohl.

15. *Erythroxylon Mamacoca.*

E. ramulis patulis; foliis *membranaceis,* oblongis, utrinque acutis, *cuspidato-acuminatis*; stipulis ramentisque *laxe cincinnatis* lato-triangularibus, *petiolo brevioribus*; pedunculis petiolum aequantibus paucis fasciculatis vel aggregatis, laciniis calycis ovatis acutis (staminibus pistillum superantibus); drupis oblongo-conicis, putamine subtriquetro.

Frutex erectus, altitudine humana. *Rami* patentes. *Ramuli* graciles, flexuosi rective, epidermide laevigata, cinerascente; ultimi angulati atque verruculis paucis exasperati. *Folia* tenuiter membranacea, 4—5 poll. longa, 17—20 lin. medio lata, laete viridia. *Petiolus* bilinearis, superne profunde canaliculatus. *Stipula* petiolo brevior, lato-triangularis, acuta, tandem bifida, concava, membranacea, vix integra, persistens. *Lamina* oblonga, basi acuta, cuspidato-acuminata; venis angulo acuto vel subrecto exeuntibus, distantibus, paucis, nervoque medio pallidiore subtus plus minus prominulis. Venularum reticulum laxum. *Ramenta* pauca et distantia, obsoleta in ramis adultioribus, in junioribus terminalibus lateralibusve cincinnata, utriusque lateris 6—12, distantia lineae posita, semiamplexicaulia, lato-triangularia, acuta, plus minus bidentata, supra basin arista brevi aucta, 1½ lin. longa, membranacea, nervis praeter dorsales vix distinctis. *Flores* ex alis ramentorum, rarius foliorum, pauci (1, 2—4) conferti; *pedunculis* 1—2 linearibus suffulti; inter minores; diametro vix 2 lin. *Calyx* ultra ½ lin., laciniis ovato-triangularibus acutis. *Stamina* in speciminibus examinatis lineam longa, pistillum superantia. *Drupae* immaturae 4 lin. altae, oblongae, acutae, conicae, *putamen* exhibent prismatico-trigonum.

Crescit in silvis Prov. Maynas calidis udiusculis, nec non prope Egam, oppidulum brasiliense in Prov. Riò Negro juxta fluvium Amazonum situm. In Maynas cl. Poeppigius legit, qui literis tradidit (Reise vol. II. p. 248), eam Mama Cuca i. e. matrem Cocae, sive Cocam silvestrem ab Indis appellari, tamquam inertem vero pro masticatorio non usurpari.

Haec species praesertim affinis est *E. Cocae* legitimo, a quo differt foliis utrinque acutis, antice acuminatis, nec tamen mucronulatis, defectu plicae, floribus paucioribus fasciculatis, minoribus. Valde affinis haec species est quoque praecedenti, et difficilius distinguitur: floribus minoribus magis sparsis, ramentis frequentioribus laxe cincinnatis, foliis magis cuspidatis quam acuminatis, relatione longitudinis stipularum et ramentorum ad partes vicinas rel.

16. *Erythroxylon Coca.* Tab. nostra 6.

E. ramulis erecto-patulis subfastigiatis; foliis *tenuiter membranaceis*, oblongis obovatis vel oblongo-lanceolatis, *basi acutis, apice acuto vel rotundato mucronulatis*, evidenter plicato-bilineatis; stipulis *petiolos subaequantibus ramentisque laxe* bifariis triangularibus membranaceis; pedunculis 2—6 fasciculatis ex alis foliorum vel ramentorum haec et calycem duplo triplove superantibus; laciniis calycis ovato-triangularibus (staminibus pistillum superantibus); drupis ovatis acutis.

Erythroxylon Coca Lam. Dict. II. p. 393. D.C. Prodr. I. p. 575 Nr. 23. Cavan. Dissert. VIII. p. 402 t. 229. Willd. Spec. plant. II. p. 747 Nr. 7. Spreng. Syst. Veget. II. p. 390 Nr. 2.

Coca Hispanis, *Cuca* Peruvianis: Pedro de Cieça Chronica del Peru cap. 96 edit. Antverp. p. 237. Inca Garcil. Comment. real. I. L. VIII. c. 15 p. 283. Herrera. hist. general de los Castellanos, edit. 1730. Description. p. 44, 2. 45, 1. Decade V. p. 76. p. 13, 1; 77. 2; 74. 2; 92. 1; 94. 1; Decade VI. 76. 1; Decade VII. 61. 2. — Hernandes Hist. Mex. edit. Recch. VIII. c. 69. p. 302. Clus. Arom. I. c. 18. p. 177. Benzoni edit. Calveton. Novae Novi orbis Historiae 1578. p. 396. Unanue in Silliman Amer. Journ. III. p. 397. Ulloa Notic. secretas de America, II. p. 617, 635, 642, 682. Pöppig Reise in Chili, Peru und auf dem Amazonenstrom II. p. 209—217, p. 248—257. — Martius, Reise in Brasilien III. p. 1169, 1180.

Frutex altitudine 4—8 pedum. *Rami* erecto-patuli, interdum subfastigiati, cortice fuscidulo-griseo, tandem rimuloso; ramuli epidermide viridi aut subglaucescente. *Folia* in ramulis laxe bifaria, sursum frequentiora, sibique magis approximata, breviter petiolata. *Petiolus* 1—2 lin. longus, auctus *stipula* intrapetiolari ejusdem longitudinis, angusto-triangulari, membranacea, dorso concava et longitudinaliter bicristata, margine extenuato pallida, in novellis ramulis plerumque longiore 3-lineari. *Lamina* oblonga vel ovali-oblonga aut oblongo-lanceolata obovatave, basi acuta, apice breviter acuta vel rotundata cum brevissimo mucrone, 1—3½ poll. longa, medio ½—1½ poll. lata, tenuiter membranacea, integerrima vel levissime repanda, margine nonnunquam parum revoluta, laete viridis, subtus pallidior vel subglauca, sat arcte venosa, venis angulo fere recto promissis subparallelis, venulis reticulatis, frequentius quam in aliis speciebus insignita plica longitudinali in utroque nervi latere, a vernatione orta, in adultioribus foliis evanescente. *Ramenta* stipulis similia, innovationes inchoantes, laxe bifaria, vix diu integra persistentia. *Flores* in ramulis inferne aphyllis, superne plerumque folia nondum explicata ferentibus, 3—6 gregatim e stipula persistente, quae laminam jam amiserat, vel e ramento. *Pedunculi* 2—3 lin. longi, singuli basi obvoluti *bractea* stipulaeformi, membranacea, ovata aut triangulari, dorso canaliculata et bicristata, margine extenuata. *Bracteolae* minimae, triangulares, membranaceae, nervosae, tandem scariosae. *Calyx* quinquefidus, laciniis ovato-triangularibus acutis, vix lineam longis, glabris, interdum glaucis. *Corolla* alba. *Alabastrum* ovato-oblongum, aestivatione quincunciali nunc dextrorsum, nunc sinistrorsum imbricata. *Petala* vix 2 lin. longa, ½ lata, lineari-oblonga, basi nonnihil cuneato-contracta, apice rotundata, nervo medio in acumen minimum producto. Ligula supra basin cuneatam oriunda, tenuiter membranacea, fere ad dimidium petalum pertingens, circumscriptione subquadrata; lobi antici subovato-quadrati, sinuato-denticulati, postice subintegerrimi, marginibus adscendentibus, sinu inter lobos obtuso angusto. Lobi postici triangulares, anterioribus duplo minores, sinus ambitum occupantes, pariter denticulati. *Urceolus stamineus* parvus, 5-denticulatus. *Filamenta* compressa, subulata, urceoli parieti interno enata. Quinque exteriora e sinubus inter denticulos emergentia, quinque interiora intra ipsos denticulos, omnia longitudine subaequalia, 2 lin. longa; *antherae* globoso-ovatae. *Ovarium* obovatum, urceolo dimidio longius, loculis duobus vel unico plerumque abortivis. *Ovulum* ex axi pendulum, clavato-oblongum. *Styli* tres discreti, filamentis duplo breviores, *stigmatibus* obovato-globosis. *Drupa* $\frac{1}{2}$ poll. longa, ovata, acuta, coccinea, plerumque unicum semen maturans.

Crescit passim in Peruvia; forsan efferatum potius quam spontaneum huc usque inventum est, quum ab Indis magna industria colatur. Loca humida calida faucium subandinarum huic stirpi prae aliis conveniunt. In Provinciis Guamangae, Huanuco et Guamalies excellit. Stirps ab Indigenis Cuca, ab Hispanis, uti folia, Coca dicitur, in Brasilia amazonica multis Indorum gentibus nomine Ypadú est celebrata.

17. *Erythroxylon macrophyllum.*

E. fruticosum, ramulis subsimplicibus; foliis membranaceis lanceolatis vel *oblongo-lanceolatis acuminatis utrinque acutis;* stipulis ramentisque fere pollicaribus lineari-lanceolatis obtusis submuticis membranaceis, petiolos et pedunculos 3- et 4-plo superantibus; pedunculis paucis *lateraliter fasciculatis*, bracteis bracteolisque membranaceis lanceolatis calycis lacinias ovatas acutas triplo superantibus, petalis lineari-oblongis (stylis basi connatis stamina superantibus).

Erythroxylon macrophyllum Cavan. Diss. VIII. p. 401. t. 227. De C. Prodr. I. p. 575. Nr. 17.

Fruticulus vix humanae altitudinis. *Ramuli* subsimplices, teretes, cortice laevigato viridi-fusco. *Folia* in ramulis distantia pollicari bifaria, juniora 1 poll. medio lata, 5 longa; adultiora 3 lata, 8 longa, circumscriptione angusto-oblonga in acumen acutissimum et basi acute attenuata, membranacea, tenuia, laete viridia, supra nitidula, subtus pallidiora, nervo rufescente crassiusculo prominente et venis, angulo fere recto promissis, parallelis, intra marginem arcuato-combinatis, nonnihil prominulis firmata. *Petiolus* bilinearis, crassiusculus, semiteres, superne planus, margine elevato tenui, tandem flexuoso cinctus. *Stipula* 6—9 lin. longa, intra petiolum sagittato-semiamplexicaulis, angusto- et sublineari-lanceolata, obtusa, dorso cristis duabus approximatis percursa atque ex illarum apice breviter bisetosa, integerrima aut emarginata, membranacea, pallida, tandem marcescens et superiore parte obliterata. *Ramenta* stipulis similia vel non nihil majora, basi aristam 1—2linearem exserentia, ramulos inchoantia ibique specie gemmarum membranacearum complicata et imbricata. *Flores* inter congeneres majusculi, ex alis stipularum ramentorumve 3—8 fasciculati. *Pedunculi* vix bilineares, pentagoni, angulis usque in sinus calycis excurrentibus, et sursum incrassati, stipati *bractea* et *bracteolis* binis lanceolatis, medio nervosis, acutis, membranaceis ipsos longitudine aequantibus. *Calyx* vix lin. altus, laciniis ovatis acutis brevibus. *Alabastrum* oblongum. *Petala* trilinearia, alba, lineari-oblonga, basi cuneato-contracta, 7 lin. lata, obtusa, patentia aut reflexa. *Ligula* fere linearis, erecta, staminibus appressa; lobi antici oblongi, concavi, marginibus erectis subintegerrimis, cum appendicula media lineari bidentata; lobi postici perbreves, crista transversa tenui conjuncti. *Urceolus* calyce paullo altior, orificio in lobulos decem semiorbiculares exsectus. *Stamina* cum lobulis alternantia, urceolo intus adnata unde ille fere ad basin usque 10- nervius apparet. *Filamenta* erecta, alterna, quae calyci opposita fere duplo breviora, lin. alta, subulata. *Antherae* globoso-ellipticae, lateraliter rima completa dehiscentes. *Pistillum* stamina superans. *Ovarium* obovatum, teretiusculum. *Styli* ima basi connati. *Stigmata* breviter clavata. *Drupa* secundum Cavanillesium, ovato-acuminata.

Crescit in silvis aboriginibus prope Ilheos, ubi Januario floret, nec non prope Cayennam.

Haec species praesertim affinis est *E. macrocnemio* et *magnoliaefolio*, a quibus notis indicatis facile distinguitur. Ceterum moneo, iconem Cavanillesii, uti omnes fere, quas publici juris fecit, notas characteristicas male adumbrare, ita quidem ut eodem fere jure *E.* nostrum *macrocnemium*, infra describendum, pro *macrophyllo* Cav. haberi posset, cui pedunculi et calycis laciniae longiores exhibentur, quam nostra *E. macrophylli* specimina offerunt. Quum vero icon laudata et descriptio foliorum formam et magnitudinem tradant, quales in nostro *E. macrophyllo* conspicimus et stipulae ramenta *E. macrocnemii* duplo majora sint, judicium de synonymia iis relinquimus, quibus occasio data fuerit, specimen Cavanillesii originale conferendi.

18. *Erythroxylon ochranthum.*

E. arbuscula, ramis patentibus; foliis *membranaceis oblongis* aut *obovato-oblongis, utrinque acutis;* stipulis triangularibus bi- trisetosis petiolos aequantibus, ramentis parcis triangularibus obtusis muticis aut mucronatis, longitudine stipularum; pedunculis *umbellato-fasciculatis petiolos quadruplo superantibus;* laciniis calycis ovatis acutis (petalis oblongis ochroleucis, stylis stamina superantibus).

Arbuscula vigintipedalis, coma subglobosa, ramis patentibus. *Ramuli* compressi, viridi-fusci, verruculis griseis adspersi. *Folia* laetissime viridia, subtus pallida vel subglaucescentia, membranacea, oblonga aut obovato-oblonga, 2—6 poll. longa, nunc in ipso medio nunc in parte antica latitudinem 1—2 poll. aequantia, apice in acumen breve mucronulatum aequaliter promissa, basi acuta; nervo subfuscescente subtus prominulo, venis angulo acuto provenientibus. *Petiolus* lineam longus, teretiusculus, superne levi sulco insculptus. *Stipula* lato-triangularis, semiamplexicaulis, petiolum fere aequans, e dorsi cristis duabus bisetosa, interdum tertia setula intermedia aucta. *Ramenta* longitudine stipularum vel dum florifera nonnihil majora, lato-ovato-triangularia, margine membranaceo subscariosa, apice obtusa, mutica aut brevi seta munita, basi arista decidua armata. *Flores* 6—12 in umbellas laterales ex alis ramentorum provenientes fasciculati. *Pedunculi* nunc sessiles nunc ramulo brevi enascentes, 5 lineas longi, patentes. *Bracteae* lato-ovatae acuminatae, et *bracteolae* lanceolatae, ciliatae, parvulae, $\frac{1}{2}$ lin. longae, membranaceae. *Calyx* vix lineam altus, laciniis ovatis acutis, dorso viridi-purpurascentibus, margine extenuato pallidioribus. *Alabastrum* ovatum. *Petala* ochroleuca, 2 lin. longa, elliptica, basi attenuata, nervo lato. *Ligula* anterior solemni modo in lobos binos secta adscendentes cum appendicula commissurali bidenticulata parva; posterior duplo brevior lobulo intermedio replicato plano orbiculari. *Urceolus* staminifer calycis longitudine, decemlobus, *filamenta* intus adnata inter lobos emittens filiformia sesquilinearia, *antheras* ovatas ferentia. *Pistillum* stamina superans. *Ovarium* ovatum. *Styli* divergentes, filiformes. *Stigmata* clavato-globosa. *Fructus* non observatus.

Haec species quoad formam foliorum ad *E. macrophyllum, macrocnemium, Coca* et *citrifolium* accedit, ab omnibus fere facile distinguitur tam foliorum compage quam magnitudine, stipulis ramentisque parcis, florum umbellatorum colore etc. *E. macrophyllum* habitu summe affine distinguitur stipulis ramentisque multo longioribus fere muticis.

Crescit in silvis aboriginibus prope vicum S. Petrum d'Alcantara, prov. Bahiensis, in termino Insulanorum, ubi florentem legi mense Januario.

19. *Erythroxylon campestre.* Tab. nostra 7.

E. ramis suberectis non suberosis; foliis *coriaceis ellipticis, obovatis* vel *obovato-oblongis,* (raro ovatis); stipulis petiolos subsuperantibus et ramentis saepe *interruptim cincinnatis* triangularibus acuminatis; floribus in alis foliorum et ramentorum 2—8 *aggregatis* vel in *ramulis abbreviatis* pluribus fasciculatis, pedunculis quam petioli ramentum duplo longioribus, calycis *pentagoni* laciniis *ovatis acutis* (submarginatis, staminibus pistillo longioribus aut brevioribus); drupis oblongis.

Erythroxylon campestre St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 97. Nr. 9 coll. spec. orig. *Erythroxylon cotinifolium* ejusdem ibid. p. 98 Nr. 10 collato specimine originali.

Stirps valde variabilis secundum locum natalem. *Frutex* nunc altitudine humana, ramulis patulis, nunc brevis, 2—3 pedalis, ramis paucis subsimplicibus fastigiatis erectis. *Rami* teretes, recti aut paullo flexuosi, epidermide griseo-albida, nitidula, tandem longitudinaliter rimulosa. *Ramuli* compressi, subancipites aut angulati, nonnunquam glauci. *Folia* elliptica et utrinque rotundata, aut obovata vel obovato-oblonga, apice rotundata vel emarginata, versus basin contracta et subacuta, rarissime utraque extremitate acutiuscula, 2—4 poll. longa, 10—28 lin. lata, coriacea, nervo latiusculo subtus prominente, dense reticulato-venulosa, venis venulisque parum conspicuis, margine tandem subrevoluto, saturate viridia, subtus nonnunquam glauca. *Petiolus* 1—2 lin. longus, crassus, teretiusculus, supra plano-canaliculatus. *Stipula* angusto-triangularis, acuminata, dorso bicristata, longitudinaliter striata, margine membranaceo, apice integerrimo aut bifido, longitudine petioli aut in ramulis novellis paullo longior, tandem, ob apicis fragilitatem, obtusa. *Ramenta* in hac specie, praesertim dum stirps adultior, frequentia, ramulos laterales novellos breves, vel ramulorum extremitates bifaria serie tenent, primum contigua, postea distantia lineae a se remota, lato-triangularia, acuta, coriaceo-membranacea, fuscescentia, dorso medio bicristata, inter cristas concava, interdum apice bifida, basi aristam deciduam emittentia. *Flores* tam e horum ramentorum sinu, quam e foliorum oriuntur, *bracteis* lato-ovatis acutis et *bracteolis*, similibus sed minoribus, stipati, bini, terni—seni, aut, ramulis succrescentibus, plures et tunc fasciculum exhibentes. Inter ramenta saepe major florum pars abortum patitur. *Pedunculi* florigeri 2—3 lin. longi; fructigeri 4—5, basi teretes, superne acute angulati. *Calyx* pentagonus, in lacinias ovatas acutas, fere lin. longas, crassiusculas, submarginatas, uninervias sectus, e viridi rubens. *Petala* alba, calycem duplo superantia, lineari-elliptica, obtusa, nervo lato. Ligula supra basin petalorum cuneatam enata, lobis anticis ovato-triangularibus margine adscendente vario modo incisulo-dentatis serratisque, intermedio commissurali quadrato-subcuneata antice leviter 2—3 denticulato, posticis fere triplo brevioribus cum lobulo commissurali in dentes lato-triangulares reflexos secto. *Urceolus stamineus* subcylindricus, vix $\frac{1}{2}$ lin. longus. *Filamenta* intra urceolum enata, subaequalia, 2—3 lin. longa, subulata. *Antherae* parvae, ochroleucae, ovato-globosae. *Pistillum* in aliis stirpibus quam stamina longius, in pluribus tamen brevius. *Ovarium* ovato-globosum, intra urceolum reconditum, semper unicum ovulum evolutum nobis obtulit, loculosque duos abortivos. *Styli* divergentes, *stigmata* clavato-globosa.

Drupa 4—6 lin. longa, coccinea, oblonga (aut verosimiliter ictu insecti cujusdam ovata et acumine acutiusculo praedita). *Putamen* chartaceum, cristis nonnullis prominentibus notatum et nonnunquam laminas lanceolatas quasi circumscissione a reliquo pariete separatas monstrans. *Semen* olivaceo-fuscum. *Albumen* parcum. *Embryo* cotyledones hinc planas inde convexas et rostellum breve conicum exhibens. In drupis forsan insecti cujusdam ictu inaequilateris alterum loculum abortivum massa spongiosa, obscure loculosa repletum invenio.

Species difficilius charactere stabili circumscribenda in formas sive varietates sequentes dispescenda videtur.

α. E. campestre magnifolium: caule abbreviato subsimplici; foliis plus minus distincte ellipticis, 3—4 pollicaribus, ramentis parcius persistentibus, floribus in alis ramentorum et foliorum pluribus fasciculatis. Innovationes hujus formae haud raro foliis gaudent duplo triplove minoribus, quam rami primarii. Huc ipsum *E. campestre* St. Hil. l. l.

β. E. campestre obovale: caule magis ramoso, elatiore; foliis saepe obovatis minoribus, 2—3-pollicaribus; floribus saepe e ramentis seriatis subcincinnatis provenientibus, 2—6; aliis plurium ramentorum abortivis.

Huc icon nostra et specimina, quibus cl. St. Hilarius suum *E. cotinifolium* superstruxit.

γ. E. campestre acutifolium: caule ramoso; foliis plerisque oblongis utrinque acutis; floribus fasciculatis.

δ. E. campestre ovatifolium: innovationibus elongatis rectis, foliis ovatis, basi rotundatis apice acutis, subtus ramulorumque epidermide glaucis.

Dignoscitur praesertim nostra species ab *E. nitido* foliis densa compage formatis crassioribus firmiter coriaceis, latioribus; pedunculis duplo fere brevioribus et crassioribus; calycis subpentagoni laciniis crassioribus, submarginatis, latioribus, firmioribus; ramentis robustioribus; bracteis et bracteolis potius in ramulis abbreviatis dispositis quam in glomeres hemisphaericos compactis. *E. squamatum* Sw. Vahl. Symb. III. t. 63. quoque valde affine; praesertim differt: ramentis evidentius in ramulis lateralibus elongatis cincinnatis, dum in nostro cincinnus quasi interruptus appareat, porro foliis basi magis acutatis, antice in cuspidem brevem et acutam attenuatis, utrinque nitidis, venis et venulis rete amplius formantibus, compage minus spissa, drupis angusto-oblongis, putamine sulcato. — *E. rufum* Cav. Diss. III. p. 404. t. 232, quoad descriptionem et iconem proximum, ab autoptis accuratius describendum.

Crescit per magnam partem Brasiliae. In regionibus australioribus legit b. Sellow; in prov Goyazana ad pagum Cavalcante, in Serra Bucaina et ad Manoel Alves prov. Goyazanae: Pohl; in campis siccis inter Lorenam et Taubaté oppida prov. S. Pauli ego observavi Decembri florentem, nec non in silvis Capoês dictis ad Salgado et alibi in deserto prov. Minarum Augusto; prope Alagoas: Gardner; in Gujana anglica Schomburgk.

20. *Erythroxylon suberosum.*

E. caule arboreo ramisque tortis, cortice *suberoso areolato-rimoso;* foliis tandem coriaceis *ellipticis vel obovatis obtusis,* subtus reticulato-venulosis, glaucescentibus; stipulis *petiolos subaequantibus,* angusto-triangularibus, ramentis approximato-*cincinnatis,* ovato-triangularibus; pedunculis e ramentis *fasciculatis,* petiolos duplo superantibus, *evidenter pentagonis; foliolis calycis obovato-oblongis, obtusis* *cum mucronulo*, fructiferis excrescentibus (staminibus pistillum superantibus); drupis ovato-conicis.

Erythroxylon suberosum St. Hil. Plantes usuelles Nr. 69. Flor. Bras. merid. II. p. 95 Nr. 4. *E. areolatum* Vell. Flor. flum. IV. t. 175. *Steudelia brasiliensis* Spreng. in Neue Entdeckungen III. p. 59 (secundum exemplar ab ipso auctore quondam communicatum, postea perperam ad *Erythroxylon havanense* Jacq. ducta in Syst. veget. II. p. 391 Nr. 16).

Arbuscula 6—10 pedum, trunco ramisque distortis expansis. Cortex in caule et adultis ramis crassus, suberosus, epidermide testaceo-ferruginea tectus et tandem in areolas crassas irregulares elevatas secedens. *Ramuli* ultimi compressi, epidermide laevigata. *Folia* 1½—3 poll. longa, 8—30 lin. lata, elliptica, vel frequentius obovata, obtusa, interdum emarginata, versus basin cuneato-attenuata rariusve rotundata, nervo medio subtus prominente; juniora tenuiter membranacea, venis angulo acuto exeuntibus subparallelis arcuatis venulisque reticulatis in novellis conspicuis, tandem crassescentia et subcoriacea; plus minus glauca, subtus pallidiora. *Petioli* 1—2 lin. longi, superne canaliculati. *Stipulae* in novellis ramulis petiolos aequantes, tandem breviores, angusto-triangulares, longitudinaliter nervosae, dorso carinatae, apice setulis binis e cristis vel unica media armatae. *Ramenta* in novellorum ramulorum extremitatibus pauca et remotiuscula conspiciuntur; plura eaque dense cincinnata, in ramulis lateralibus decurtatis, aphyllis vel paucula folia novella producentibus, lato-triangularia, dorso tricarinata, sulcis duobus inter carinas, basi arista decidua armata. *Flores* in speciminibus depauperatis ex alis ramentorum solitarii, et quum plurimi sint approximati, fasciculos laterales multifloros constituentes, in vegetioribus ex uno eodemque ramento plures umbellati; majusculi, diametro 4 lin. *Bracteolae* intra ramenta plerumque binae sibi oppositae, membranaceae, ovatae, acutae. *Pedunculi* 4—6 lin. longi, crassiusculi, sursum incrassati, acute pentagoni et sursum fere pentapteri. *Calyx* sub anthesi ultra lin. altus, quasi pentaphyllus. Sepala ovata vel obovata, nervo lato plano in mucronem brevem acutum desinentem interdum retusa, pallida, membranacea. *Alabastrum* —. *Petala* alba, nervo virescente, sursum magis conspicuo, 2 lin. et ultra longa, oblonga, basi contracta, apice obtusa. *Ligula* e primo triente petali adscendens; lobi antici ovati, acuti, irregulariter dentati, cum appendicula commissurali parva subquadrata acuta aut bidentata; lobi postici in membranulam transverse oblongam, valde crispatam confluentes. *Urceolus stamineus* obiter quinquelobulatus et ob lobulorum sinuositates quasi leviter 10-denticulatus, dentibus idcirco singulis cum singulis filamentis alternantibus, quae ex interiore urceoli pariete oriuntur. Nervi tenues in urceolo cum filamentis alternant. *Filamenta* 2 lin. longa et longiora, inter se paullo inaequalia, iis nimirum, quae calyci opponuntur, nonnihil brevioribus. *Antherae* parvae, ochroleucae. *Ovarium* globosum. *Styli* tres distincti, filamentis dimidio breviores. STIGMATA capitata. *Drupa* in calyce tunc ampliato, sepalis nimirum 2 lin. metientibus, verosimiliter ovata, obtusiuscula, monosperma, loculis duobus abortivis. Essentia hujus speciei posita videtur in cortice crasso areolato, in foliis tandem coriaceis glaucescentibus, in sepalis membranaceis excrescentibus (nunc angustioribus nunc latioribus et conspicue obovatis), denique in pedunculis subpentapteris, umbellato-fasciculatis.

Crescit in campis Brasiliae mediae, praesertim locis altis, gramine et sparso arboreto quod incolae Taboleiro vocant, consitis; variis locis in provincia Minarum observata, e. g. ad oppidulum Barbacena: Pohl; in Minis novis prope Piedade et Fanado St. Hil. et M.; in deserto Minarum prope Canoas et Corego do Mathias et prope vicum Contendas St. Hil. et M. — Incolis dicitur Gallinha choca, aut Mercurio do Campo, teste clo. St. Hilario.

21. *Erythroxylon columbinum.*

E. ramulis rectis vel subtortis *patulis*, ultimis compressis; foliis subcoriaceis *oblongis* aut *obovato-oblongis*, apice *obtuso emarginato*, basi *anguste-cordatis rotundatis, nitidis*, membranaceo-coriaceis; stipulis ramentisque lato-triangularibus striatis persistentibus saepe bifidis et setigeris, longitudine petiolorum; pedunculis fasciculatis *in ramulis brevibus* axillaribus terminalibusve e ramentis arcte cincinnatis, petiolos duplo triplove *superantibus*, calycis *dentibus* triangularibus acutis (stylis stamina superantibus); drupis ovatis.

Erythroxylon columbinum **Mart.** *Herb. Florae Brasil. Nr. 677.*

Arbuscula altitudinis humanae. *Rami* patentes, cortice pallide fusco, epidermide nitida cinerea, longitudinaliter rimulosa. *Ramuli* patuli, basi nonnunquam flexuosi, antice recti, innovationibus viridibus compressis vel angulatis. *Folia* densa, magnitudine vel in uno eodemque ramulo valde varia, longitudine 2—6 poll., latitudine 10—30 lin., firma, juniora membranacea, adultiora fere coriacea, instructa petiolo brevi lineam longo, teretiusculo superne canaliculato et stipula petiolum aequante triangulari, striata, dorso bicarinata, acuta, saepe bifida et setigera, lamina oblonga aut obovato-oblonga, basi rotundata et sinu angustissimo cordata, sub ipsa extremitate nonnihil contracta et in apicem brevem obtusum emarginatum abeuntia, laete viridia, utrinque nitida, nervo medio supra prominente rufescente, subtus siccitate saepe flavicantia, venis distantibus parallelis duplicato-arcuato-connexis, venulis in rete laxum, areolarum majuscularum anastomosantibus. *Ramenta* pauca in ramulis excrescentibus sparsa, stipulas magnitudine duplo superantia, plura vero arcte cincinnata in ramulis florigeris tam axillaribus quam terminalibus, consistentia quam stipulae firmiore et diutius persistentia, lato-triangularia, striata, bicarinata et inter carinam seta decidua armata.

Pedunculi e ramentis solitarii, bini vel terni, singuli bracteolis binis ovato-acuminatis nervosis membranaceis persistentibus tamen suffulti, glomerem 6—20-florum constituentes, longitudine 2—5 lin., sursum incrassati, exacte pentagoni, virides, angulis albis. *Alabastrum* ovatum. *Calyx* semilineam altus, dentibus lato-triangularibus acutis. *Petala* alba, lineari-oblonga, obtusa, basi nonnihil latiora, structura solemni. *Urceolus stamineus* petalis $\frac{2}{3}$ brevior, levissime 10-emarginatus, staminibus quinque ex ipsis emarginaturis, quinque alternis ex interiore urceoli facie assurgentibus. *Filamenta* subulata. *Antherae* globosae, virides. *Pistillum* stamina superans *ovario* gaudet subgloboso, *stylis* subulatis, *stigmatibus* semiglobosis. *Drupa* 5 lin. alta, ovata, obtusiuscula.

Crescit in silvis provinciae Bahiensis, locis apricis. Floret Januario et fructificat Martio. Legi prope Almada et oppidum St. Georgii Insulanorum. Frutta de pomba s. de pombinha incolis dicitur, unde nomen triviale haustum.

Affine quodammodo *E. passerino*, a quo distingui potest: foliis majoribus, magis nitidis, basi cordatis, apice nonnihil contracto obtuso et emarginatis nec rotundatis, venarum anastomosantium areolis multo amplioribus, floribus numerosioribus conglomeratis. Ab *E. campestri,* cujus folia nonnunquam circumscriptione conveniunt, facile distingues floribus dense confertis s. fasciculatis, nec secundum ramulos effusis, foliis minus crassis, laxius venulosis, alia ut taceam.

22. *Erythroxylon pulchrum.*

E. ramulis novellis complanatis; foliis crasso-membranaceis longius petiolatis *oblongis, basi obtusis* vel rotundatis, *acumine brevi obtusiusculo;* stipulis triangularibus margine membranaceis *petiolo duplo brevioribus;* pedunculis ex alis foliorum *pluribus umbellato-fasciculatis* petiolo duplo brevioribus; calycis laciniis *brevibus* lato-triangularibus acutis (staminibus pistillum superantibus).

Erythroxylon pulchrum St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 94. Nr. 3.

Unicum hujus speciei exemplar vidi, foliorum forma et compage praesertim cum *E. Kunthiano* conveniens, sed petiolorum longitudine (ultrasemipollicari) et pedunculis numerosis, 7—13, umbellato-fasciculatis calycibusque quasi quinquedentatis, nec quinquefidis, distinguendum. *Alabastrum* obovato-globosum, leviter quinquelobum. *Foliorum* venae angulo acuto exeuntes et venulae in siccis subtus prominulae. *Ramenta* in specimine, quod vidi, prorsus nulla aderant. *Stipula* 3—4 lin. alta, dorso anguste sulcata, apice leviter fissa vel 2—3-setulosa.

Crescit prope Sebastianopolin et Octobri floret: St. Hil.

23. *Erythroxylon Kunthianum.*

E. ramulis confertis patulis; foliis crassiusculo-membranaceis *subsessilibus* vel breviter petiolatis, *ovato-oblongis breviter acuminatis acutiusculis*, *basi rotundatis*; stipulis, ramentisque saepe cincinnatis et persistentibus, brevibus, lato-triangularibus *petiolorum longitudine*; pedunculis *longitudine florum*, e ramentis vel axillis 3—6—15 *fasciculatis*; laciniis calycis subovato-triangularibus (staminibus pistillum superantibus, vel rarius id aequantibus).

Erythroxylon Kunthianum var. *α*. St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 96 (ex parte).

Erythroxylon affine St. Hil. l. c. p. 97.

Definitio et descriptio *E. Kunthiani* a cl. St. Hilario l. laud. expositae, quantum ex speciminibus hoc nomine a cl. Jussieuo nobis traditis conjicere valemus, varias species amplectuntur, quam ob causam notas characteristicas hujus speciei minus distincte elaboratas videmus. Arx notarum in foliorum forma basi rotundata, in compage spissa et subcoriacea, in petiolorum brevitate, in stipulis ramentisque parcis brevibus, denique in pedunculis vix ultrabilinearibus et in laciniis calycis latiusculo- (subovato-) triangularibus posita est. Stamina in specimine hilariano pistillum subaequantia, in nostris vero pistillo longiora observavimus.

Varietates distinguimus sequentes:

α. *E. Kunthianum subsessile:*

Foliis petiolo perbrevi instructis ideoque fere sessilibus, ovato-oblongis vel rarius obovato-oblongis, basi rotundatis, apice perbrevi; pedunculis in ramulis ramentiferis numerosioribus (6—12) aggregatis, 1—2 lin. longis.

β. *E. Kunthianum angustifolium:*

Foliis petiolo lin. longo instructa, ex ovato lanceolatis vel oblongo-lanceolatis, basi tamen pariter rotundatis; pedunculis paucioribus 1, 2, 3, 4 intra ramenta confertis.

Haec varietas est: *E. affine* St. Hil. Flor. Bras. mer. II. p. 97. (collato specimine auctoris).

Differt ab *E. cincinnato:* foliis majoribus magis oblongis quam ovatis breviter et repente acuminatis nec ex ovata basi sensim acuminatis, brevius petiolatis, pustulis in pagina inferiore destitutis; ramentis brevioribus, minus evidenter setosis et paucioribus, minus arcte confertis, denique floribus multis fasciculatis majoribus; — ab *E. cuspidifolio* praesertim distinguitur: foliis basi rotundatis nec acutis, antice breviter acuminatis, calycis foliolis ovato-triangularibus, nec orbicularibus margine sibi non imbricatis, pedunculis plerumque copiosioribus et duplo brevioribus; — ab *E. frangulaefolio* quoque foliorum forma, floribus fasciculatis et defectu stipularum petiolos duplo superantium, membranacearum; — ab omnibus florum fasciculis breviter pedunculatis et foliis brevissime petiolatis.

Frutex dense ramosus et foliosus. *Ramuli* crebri, saepe nonnulli sibi approximati, erecto-patentes, parum flexuosi. Cortex fuscescens; epidermis grisea et pro verruculis de cortice protuberantibus parvis saepe perfossa, in ultimis ramulis, qui nonnihil compressi sunt, magis laevigata et parce verruculosa. *Folia* fere sessilia, nimirum *petiolis* praedita dimidiam lineam longis, oblonga, rarius ovato-oblonga, basi rotundata, in acumen breve acutiusculum contracta, medio 12—26 lin. lata, 15—30 lin. longa, ima basi nonnunquam subcucullata, apice obliquo, membranacea, obscure viridia, subtus pallidiora; nervo rufescente subtus prominulo, venis subparallelis intra marginem duplicato-combinatis haud multis, venulis laxe minusque evidenter reticulatis. *Stipulae* perbreves, petioli dimidium aequantes, lato-triangulares et semiamplectentes, crassiusculae, acutae, interdum dentibus binis instructae, juniores herbaceo-virescentes et longitudinaliter nervosae. *Ramenta* stipulis aequalia, plerumque in ramulorum basi bifaria, cujusvis lateris 4—7-na, nonnihil distantia, nec nisi prima ramuli novelli juventute sibi imbricata, dentibus duobus minimis, e dorso canaliculato aristam vix ipsis longiorem promentia. *Pedunculi* e ramentis lateralibus terminalibusve, nunc foliis stipati nunc nudi, plerumque 8—12 et plures arcte fasciculati, bracteolis minimis ex ovato-subulatis in basi muniti, sub anthesi 1—1½ lin. longi, sursum nonnihil incrassati et pentagoni. *Flores* diametro 2 lin. *Calyx* fere lin. altus; laciniae ovatae acuminatae, sub lente medio trinerviae, margine extenuatae et levissime ciliato-denticulatae. *Petala* alba, spathulato-lineari-oblonga, obtusa, nervo in medio prominulo, concava. *Ligula* e triente parte petali enata; lobi 2 antici erecti ovati obtusi, margine paullo undulati; commissurales appendicula subquadrata latiuscula petalo adnata, integerrima aut leviter emarginata. Postici duplo vel triplo breviores, lobo medio replicato subquadrato quam laterales latiore. *Stamina* petala superantia, quinque exteriora ex urceoli dentibus 5 brevibus immediate producta, quinque interiora e sinubus inter stamina cupulae interne adnata. *Antherae* ovato-globosae, obtusae. *Pistillum* staminibus duplo brevius, obovatum, urceolum paullo superans. *Styli* longitudine ovarii, stigmatibus clavatis.

Crescit in silvis prope Tinguá, prov. Sebastianopolit.: Schott; prope Cabo Frio et in silvis prope Sebastianopolin: St. Hil.

24. *Erythroxylon macrocalyx.* Tab. nostra 8.

E. ramulis patentibus rectiusculis; foliis membranaceis *ellipticis* vel *obovato-ellipticis, utrinque rotundatis;* stipulis triangularibus bisetosis petiolos subaequantibus; ramentis lato-triangularibus paucis laxis; floribus 6—12 *fasciculatis* brevissime pedunculatis; calyce *membranaceo subpentaphyllo, foliolis ovato-oblongis,* nervo lato, corollam aequantibus (pistillo stamina superante vel iis superato).

Erythroxylon Kunthianum var. *β.* foliis obtusioribus, floribus majoribus numerosioribus, divisuris calycis ovato-oblongis vel ovato-lanceolatis, acuminatis, corollam subaequantibus. An potius species distincta. St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 96. Nr. 6. (collato specimine originali).

Frutex sat magnus. *Ramuli* densi, rectiusculi, cortice fusco-cinereo; ultimi compressi, laterales abbreviati. *Folia* donata *petiolis* lin. longis, supra tenui sulco, in quem basis laminae decurrit, exsculptis, elliptica aut obovato-elliptica, antice rotundata aut breviter attenuata et apice obtusata, postice plus minus rotundata, 2—3 poll. longa, 12—20 lin. lata, membranacea, flavescenti-viridia, supra opaca, subtus pallidiora, nervo lutescente prominente et venis angulo fere recto progressis subparallelis duplicato-arcuato-combinatis venulisque crebris reticulatis firmata. *Stipula* longitudine petioli, angusto-triangularis basi sagittato-producta, membracea, fuscidula, obtusa, dorso cristis tribus, quarum laterales semper, rarius quoque media, in setas divergentes excurrunt. *Ramenta* ramulos inchoantia, bifaria, 4—6 in quovis latere, succrescentibus ramulis dimotiuscula, stipulis similia attamen latiora, setis demum decidentibus inermia, ceterum arista crassiuscula basilari instructa. *Flores* in pedunculis brevissimis, vix ½ lin. longis, 6—12, dense fasciculati, nunc ex alis foliorum nunc e ramentis, diametro ultra 3 lin. metientes. *Bracteae* et *bracteolae* minutae triangulares, acuminatae, uninerviae, pallidae, membranaceae. *Calyx* 2 lin. longus, membranaceus, albidus, pentaphyllus, foliolis ovato- vel oblongo-acuminatis, dorso nervo lato purpurascente instructis, marginibus sibi imbricatis atque in alabastro ovato petala omnino obtegentibus, nonnunquam rore glauco suffusis. *Petala* albida, longitudine calycis, lineari-oblonga, obtusa, concava, versus basin cuneato-attenuata, ob calycis longitudinem non reflexa, qualia in plerisque speciebus observantur, sed erectiuscula. Ligula forma usitata, appendicula commissurali postica transverse oblonga. *Stamina* ex urceolo quam calyx breviore, leviter decemdenticulato, quae calyci opponuntur altius (fere in orificio) adnata. *Filamenta* filiformia. *Antherae* subglobosae. *Pistillum* in aliis floribus stamina superans, in aliis vero iis superatum vidimus. *Ovarium* obovato-trigonum. *Styli* distincti. *Stigmata* clavata. *Drupa* non visa.

Species facile distinguitur: foliorum forma, floribus fasciculatis et calyce petala aequante.

Crescit in silvis prope villam S. Georgii Insulanorum, in prov. Bahiensi, ibidem Januario florens: M.; in pascuis prope praedium Fazenda de Bom Jardim in Minis novis eam Majo florentem legit cl. St. Hilaire.

25. *Erythroxylon passerinum.*

E. dense ramosum, ramis patulis rectiusculis; foliis *obovatis* vel oblongo-obovatis, *obtusis* vel rotundatis, *versus basin obtusiusculam contractis cuneatisve, subcoriaceis*, nitidis; stipulis ramentisque paucis, laxis triangularibus brevibus, *longitudine petiolorum*, pedunculis petiolos duplo superantibus, *subumbellato-fasciculatis* (3—8); calycis laciniis ovato-triangularibus (stylis stamina superantibus); drupis cylindraceo-conicis, putamine sulcato.

Exsiccatum in Mart. Herb. Flor. Bras. Nr. 647.

Frutex 12—25 pedes altus. *Rami* densi, dense ramulosi. *Ramuli* saepe confertim et subparallele exeuntes, patuli, recti. *Cortex* fuscus, tenax, deductilis. *Epidermis* cinereo-plumbea, rimis longitudinalibus, oblongis saepe aperta pro verruculis corticis; in ultimis ramulis compressis laevigata, interdum glauca. *Folia* instructa *petiolo* perbrevi, $\frac{1}{2}$—1 lin. longo, superne tenuiter sulcato; *stipula* ovato-triangulari acuta, concava, dorso bicristata, apice integerrima aut nonnunquam bifida, 1 lin. longa; 1$\frac{1}{2}$—3 poll. longa, 10—24 lin. lata, tenuiter coriacea, saturate viridia, utrinque nitida, subtus pallidiora, nervo rubescente ibidem prominulo, venis angulo acuto progredientibus intra marginem duplicato arcu combinatis, venulis reticulatis, statu sicco conspicuis. *Lamina* nunc oblonga vel oblongo-obovata, nunc, idque frequentius, obovata, antice rotundata aut in brevem et obtusum apicem acutata, in basi saepe levissime subcordata plus minus cuneatim contracta. *Ramenta* pauca laxe bifaria, ovato- triangularia, 1—1$\frac{1}{2}$ lin. alta, dorso cristis duabus approximatis percursa, quae saepe in setulam excurrunt e basi aristam erigentia lineam longam; adultiora versus apicem obsoleta. *Flores* tam e foliorum completorum, quam e ramentorum alis, 3—8 umbellato-fasciculati; dum plura ramenta florigera approximantur ramuli latera specie racemi lateralis occupantes. *Bracteae* intra ramentum et *bracteolae* minimae, lato-triangulares, acuminatae, membranaceae, concavae, dorso aristatae, ½ lin. longae. *Pedunculus* 2—3 lin. longus, angulatus. *Alabastrum* subglobosum, tandem prismatico-pentagonum. *Calyx* vix lineam altus, laciniis ovatis acutis. *Petala* lineam et quod excedit longa, angusto-oblonga, obtusa, basi nonnihil cuneata, alba. *Ligula* e primo triente adscendens, lobis anticis obtusis sinuato-dentatis, margine plicatis cum appendicula intercommissurali minima, subbidentata, lobi postici breves. *Urceolus stamineus* cylindricus, altitudine calycis, decemdenticulatus. *Filamenta* subulata, alterna nonnihil longiora. *Antherae* parvae subglobosae, ochroleucae. *Ovarium* globosum. *Styli* distincti, stamina fere duplo superantes. *Stigmata* obovato-globosa. *Drupa* 4 lin. longa, oblongo-conica, coccinea, carne tenui, *putamine* profunde sexsulcato.

Crescit in Brasilia meridionali, loco natali non indicato: Sellow; in maritimis sabulosis prope villam Insulanorum et in silvis aestu aphyllis mediterraneis Prov. Bahiensis: M.

Affine quoad inflorescentiam prae aliis *E. pulchro*, quod foliorum forma et petiolis ½ poll. longis abunde differt, alia ut taceam.

26. *Erythroxylon vacciniifolium.* Tab. nostra 9.

E. dense ramulosum, ramulis *subtortis*, verruculosis; foliis *ellipticis*, apice rotundatis emarginatis cum mucronulo, *basi rotundatis*, supra nitidulis, subtus *arcte reticulato-venulosis*; stipulis petiolos breves paullo superantibus; ramentis saepe crebris, cincinnatis, persistentibus; pedunculis e ramentis solitariis aut 2—6 fasciculatis, iisque duplo longioribus (staminibus pistillum superantibus).

Arbuscula 6 pedalis. *Rami* crebri erectiusculi. *Ramuli* breves, plus minus torti. *Cortex* cinereo-plumbeus; in adultioribus ramis irregulariter rimosus, in junioribus, qui sunt compressiusculi, saepe verrucis ellipticis, medio rimosis obsessus. ***Folia*** **4—15** lin. longa, exacte elliptica, ideo in ipsa media parte latissima **4—10** lin. lata, apice rotundata, plerumque emarginata atque mucronulo instructa, e nervo promisso orto, tandem deciduo, basi rotundata, raro obovata, summa minora, saepe orbicularia; crassa et coriacea, saepe concava, saturate viridia, subtus nonnunquam glaucescentia, supra parum nitida; nervo crassiusculo et venis, angulo fere recto progredientibus, venulisque in rete areolis subquadratis combinatis, subtus prominulis insignia, margine extenuata. *Stipulae* lato-triangulares, acutae, vix apice levissime bidentatae, dorso bicristatae, summae $1\frac{1}{2}$ lin. longae et petiolos $\frac{1}{2}$ lin. longos superantes. ***Ramenta*** stipulis robustiora, in ramulis lateralibus saepe longa serie bifariam imbricata, crassiuscula, persistentia, dorso bicristata, sulco lato inter cristas, apice bidenticulata aut integra, interdum medio dorso aristam ferentia. ***Pedunculi*** e sinubus ramentorum (intra folia) solitarii aut 2, 3, 4, 6 fasciculati, circiter $2\frac{1}{2}$ lin. longi, ramentis duplo longiores, pentagoni, primum cernui, dein erecti. ***Bracteolae*** binae concavae, ovato-subquadratae, medio dorso mucronulatae, sese amplectentes et pedunculi basin vaginantes. ***Alabastrum*** obovato-globosum. ***Calyx*** $\frac{2}{3}$ lin. longus, laciniis angusto-triangularibus acutis. ***Petala*** $1\frac{1}{2}$ lin. longa, alba, lineari-oblonga, obtusa. ***Ligulae***, e primo triente petali erectae, lobi anteriores ovati, marginibus adscendentibus, inaequaliter denticulatis, posticis duplo minoribus, pariter denticulatis atque lobulo medio reflexo subquadrato acutiusculo connexis. ***Urceolus*** staminum calyce brevior, subaequaliter decemdenticulatus, denticulis triangularibus brevibus. *Stamina* intra urceolum adnata (5 paullo altius), subaequalia, 1—2 lin. longa. *Antherae* ovato-globosae ochroleucae. *Ovarium* obovatum, una cum stylis $1\frac{1}{2}$ lin. longum. *Styli* discreti, patuli. *Stigmata* depresso-clavata.

Crescit in campis altis prope ***Fanado****, oppidulum* ***Minarum*** *novarum:* **Pohl.** *In campestribus petrosis irriguis opacis montosis prope villam do* ***Rio de Contas*** *in prov.* ***Bahiensi:*** ***M.*** *Octobri floret.*

E. vacciniifolium prae aliis affine est *E. microphylli* formis *amplifolio* et *reticulato*. Distinguitur foliis crassioribus, evidentius reticulatis saepeque marginatis, ellipticis, i. e. utraque extremitate rotundatis inque ipso medio latissimis, rarius obovatis, petiolo breviore, pedunculis glomeratis.

27. *Erythroxylon virgultosum.*

E. ramulis erecto-patentibus laevibus; foliis membranaceis *ellipticis*, ovatis vel oblongis, *utrinque rotundatis vel obtusatis*, mucronulatis, subtus glaucescentibus; stipulis ramentisque *paucis distantibus* angusto-triangularibus petiolos parum superantibus; pedunculis paucis axillaribus *glomeratis* petiolis bracteolisque conglobatis duplo longioribus; laciniis calycis ovatis acuminatis (staminibus pistillum superantibus).

Frutex 4—6 pedalis. *Rami* sparsi, erecto-patuli. *Epidermis* cinerea, nitidula, laevigata, tandem longitudinaliter rimulosa. *Ramuli* ultimi compresso-subancipites. *Folia* alterna, subbifariam posita, petiolo lin. longo. *Stipulae* e basi triangulari lineares, dorso cristis 2 in setulas minimas excurrentibus, tandem bifidae acutae; petiolos paullo superantes, versus extremitates ramulorum longiores, membranaceae, vix nervosae, pallide virentes. *Ramenta* ramulum inchoantia plerumque 3—4, stipulis similia, attamen paullo longiora et latiora, 1½—2 lin. longa, margine membranacea, dorso anguste bicristata et setulosa, infra cristas *aristam* parvam emittentia. Foliorum *lamina* ovata, ovato-oblonga, elliptica vel ovato-lanceolata, apice rotundata vel obtusa cum brevi mucronulo, basi rotundata vel obtusa, 12—24 lin. longa, 5—14 lata, membranacea, supra laete et nitide viridis, subtus glaucescens (epidermis ibidem sub lente visa minutissima tubercula exhibet, tactuque ideo mollis est) nervo rubente protuberante, venis angulo acuto exeuntibus venulisque laxe reticulatis. In paucis striae duae a complicatione ortae in foliis adultis conspiciuntur. *Flores* inter minores, solitarii vel pauci in glomerem compacti prodeunt ex alis foliorum vel ramentorum. *Pedunculi* crassiusculi, subpentagoni, longitudine stipulas ramentave aut aequantes aut nonnihil superantes (1—3 lin. longi), circumdati *bracteis bracteolis*que ovatis acutis valde concavis membranaceis scariosis atque in se invicem convolutis. *Alabastrum* obovato-pentagonum. *Calyx* lin. 1 altus; laciniis usque ad basin fere discretis ovato-acuminatis crassiusculis. *Petala* 1 $\frac{1}{3}$ lin. longa, lineari-oblonga, basi cuneato-rotundata, *ligula* e tertia totius longitudinis parte orta erecta, subquadrata, bipartita, lobis anticis ovatis obtusis, parum undulatis, posticis parvis in formam conchae transverse oblongae confluentes, appendicula vix ulla. *Stamina* pistillo duplo longiora petala paullo superantia aequalia. *Urceolus* aequaliter decemfidus, laciniis in filamenta subulata abeuntibus. *Antherae* ovato-subglobosae, apiculo tenuissimo terminatae. *Ovarium* subglobosum. *Styli* tres longitudine ovarii, ima basi nonnihil connati aut conniventes, erecti, *stigmatibus* truncato-capitatis. *Drupa* (unica visa) angusto-oblonga, utrinque acutiuscula; *nucleo* hinc plano, inde leviter sulcato.

Crescit inter arbusta prope Cabo Frio: Ser. Pr. Maxim. Vidensis.

Haec species praesertim affinis est *E. subrotundo;* distinguitur vero: foliis versus basin latioribus, nec unquam exacte cuneatis, compagis firmioris, stipulis ramentisque nec evidenter nervosis nec ciliatis, pallidioribus nec ferrugineis, ramentis laxis nec cincinnatis, pedunculis in glomeres paucifloros collectis nec solitariis ex ala ramenti, crassioribus et brevioribus. Cum *E. Pelleteriano* quoque multis notis convenit, attamen prae aliis differt pedunculis non aggregatis sed glomeratis.

28. *Erythroxylon nitidum.* Tab. nostra 10.

E. trunco ramisque suberosis tortis, ramulis patulis rectis aut flexuosis; foliis *obovatis,* obovato-oblongis vel lineari-oblongis, antice rotundatis saepe emarginatis, *basi cuneatis acutis,* subtus pallidioribus vel glaucescentibus, *junioribus membranaceis, venulis dense reticulatis,* tandem coriaceis; stipulis margine membranaceis petiolos aequantibus vel superantibus; ramentis *sparsis vel laxe cincinnatis,* bracteis bracteolisque *hemisphaerico-glomeratis;* pedunculis pluribus *glomeratis,* quam petioli ramentaque triplo longioribus; laciniis calycis ovato-triangularibus acutis; drupis cylindraceo-conicis.

Erythroxylon nitidum, Spreng. Syst. Veg. II. p. 390 Nr. 6. (collato specimine originali, 1825).

Erythroxylon deciduum St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 95. Nr. 5. (1830).

Erythroxylon nanum St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 97. Nr. 8.

Stirps inter omnia, quae novi, *Erythroxyla* maxime polymorpha. *Arbuscula* trunco ramisque tortis, aut *frutex. Truncus* et rami inferiores saepe suberoso cortice, longitudinaliter rimoso instructi; superiores cortice testaceo aut cinereo, laevigato aut verruculoso. *Ramuli* ultimi angulati aut compressi, epidermide unita viridi, interdum glaucescente. *Folia* summopere varia: lineari-oblonga, oblonga vel obovata, antice semper rotundata saepeque nervo medio promisso breviter mucronulata; versus basin semper sensim sensimque attenuata et cuneata; juniora tenera, mollia, atque percursa reticulo venarum sub angulo acuto exeuntium et venularum crebrarum subtus prominulo, statu sicco obscurius colorato; adultiora membranacea et tandem fere coriacea, subtus pallidiora saepeque glaucescentia, supra tandem nitida. Nervus medius, venae et venulae in adultis quoque foliis (exsiccatis) subtus facile distinguuntur et eo, quod prominent et colore plus minus rubente. Longitudo inter 15 et 60 lin., latitudo inter 6 et 16 lin. variat. *Petioli* lin. longi, superne medio canaliculati. *Stipulae* triangulares, primum indivisae, tandem bifidae, longitudine petiolorum vel eos nonnihil superantes; juniores apice subtiliter ciliatae, margine membranaceae, dorso concavae et bicarinatae, longitudinaliter nervosae; summae plerumque paullo longiores, quam adultiores, quae in ramulorum basi sunt obviae. *Ramenta* stipulis similia, interdum aristigera, in basi ramulorum novellorum 6—12 sibi approximata; his excrescentibus a se dimota persistunt. Color ramentorum conglomeratorum in adultis ramulis saepe pallidus. *Flores* rarissime ex alis foliorum, plerumque e ramentis, in ramulis junioribus parci, in adultioribus plures glomerati atque umbellas laterales 6—12—20-radiatas exhibentes. *Bracteae* e sinu suo pedunculos emittentes et *bracteolae* illos basi vaginantes forma et textura ramenta referunt lato-triangulares, decurtatae tamen sunt, vix lineam longae, atque in glomeres hemisphaericos densissime sunt compactae. *Pedunculi* 2—6 lin. longi, basi teretiusculi, superne pentagoni. *Alabastra* turbinata. *Calyx* dimidiam lin. longus, laciniis ex ovato acutis vel triangularibus. *Petala* lineari-oblonga, obtusa, alba cum virore, uninervia, concava, reflexo-patula. Flos probe expansus 4½ lin. latitudine aequat. *Ligula* e triente petali enata, erecta, alba, lobis anticis lateralibus obtusis concavis parum sinuatis, cum intermedio angusto bidenticulato; lobis posticis brevibus, transversim conjunctis ope lobuli semiorbicularis, medio acuti. *Urceolus staminum* dentibus decem parvis, per paria sibi nonnihil magis approximatis, ita quidem ut 5 stamina e sinu horum parium proveniant, 5 cum iis alternent; omnium *filamenta* urceolo intus sunt adnata. *Antherae* ovato-subglobosae, parvae, ochroleucae. *Ovarium* obovatum. *Styli* discreti, nunc staminibus breviores (quod saepius accidit), nunc parum longiores et 2 lineas aequantes. *Stigmata* clavata. *Drupa*

3—4 lin. longa, elliptica vel cylindraceo-elliptica, coccinea, abortu unilocularis et monosperma. *Putamen* tenue, chartaceum, longitudinaliter striatum vel sulcatum, loculos abortivos complectens. *Albumen* tenuissimum, aut fere nullum, farinaceum, testae unilateraliter applicitum. *Embryo* pendulus, cotyledonibus dorso convexis, ventre planis, interdum nonnihil divergentibus, rostello minimo, supero, caulicaulo non evoluto.

Varietates hujus speciei polymorphae distinguendas censeo, quae sequuntur:

α. E. nitidum angustifolium:

Foliis lineari-oblongis, 20—26 lin. longis, medio 5—8 lin. latis. Huc:

Erythroxylon deciduum St. Hil. l. c., collato specimine auctoris, quod drupas quoque minores exhibet.

β. E. nitidum brevifolium;

Foliis obovatis, tandem crassiusculis et superne nitidulis, ejusdem fere longitudine ac praecedens varietas, sed in antico triente latioribus. Tab. nostra 10. Huc:

Erythroxylon nitidum Spreng. l. c. secundum specimen, quod contuli, quondam ab ipso auctore communicatum.

γ. E. nitidum longifolium:

Foliis obovato-oblongis vel oblongis, 3—4 poll. longis, 12—18 lin. latis. Huc:

Erythroxylon nanum St. Hil. l. c., cujus specimen originale notas specificas omnes exhibet, si florum magnitudinem excipias, qui paullo minores videntur, forsan ob locum natalem sicciorem et frigidulum.

δ. E. nitidum glaucum:

Foliis lineari-oblongis, apice rotundatis emarginatibusque, postice cuneatis, subtus ramulisque sulcatis glaucis, nervo reteque venularum rubentibus: glomeribus florum axillaribus abbreviatis.

Crescit per magnam partem Brasiliae. In regionibus australioribus legit Sellow; *in Borda do Campo prope Barbacenam, oppidum prov. Minarum:* **Pohl**; *in vicinia ejusdem oppidi:* **St. Hil.**; *variis Minarum locis campestribus idem et* **Mart.**; *ad Rio do Prato et St. Rita:* **Pohl**; *in silvis Catingas ad Montem Sanctum, prov. Bahiensis:* **M.**; *in Gujana anglica:* Schomburgk. *Cl.* **Bertero** *in insula S. Domingos speciem legit et nomine E. rufi* Cav. *insignitam herb. Univ. R. Monacensis communicavit, a nostro vix discrepantem nisi floribus paullo minoribus et foliis ratione longitudinis latioribus, obovatis aut lato-ovatis. Eandem ill.* de Candolle *prae oculis habuisse videtur, quum E. rufum describeret; nos igitur iis de utriusque speciei dignitate decernendum relinquimus, qui originalia Cavanillesii specimina conferre potuerint.*

29. *Erythroxylon citrifolium.*

E. ramulis patulis; foliis tandem subcoriaceis, *oblongis vel oblongo-lanceolatis, cuspidato-acuminatis, basi acutis, laevigatis, nitidis;* stipulis *petiolos subaequantibus* ramentisque angusto-triangularibus bisetulosis; ramentis sparsis; pedunculis ex alis foliorum vel ramentorum pluribus glomeratis longitudine ramentorum; calycis laciniis ovato-triangularibus; staminibus pistillo longioribus aut brevioribus.

Erythroxylon citrifolium St. Hil. Flor. Bras. merid. II. p. 94. Nr. 2.

Erythroxylon Manglilla Pöppig. MS.

Arbuscula 10—15-pedalis, aut *frutex. Rami* teretes, epidermide plumbea vel testacea, laevigata aut parce rimulosa et verruculosa. *Ramuli* erecto-patuli aut patuli, sat frequentes et graciles, extimi compressi. *Folia* 2—6½ poll. longa, medio 8—20 lin. lata, oblonga vel oblongo-lanceolata, basi in petiolum 1—3-linearem, superne canaliculatum et marginatum acute desinentia, apice cuspidato-acuminata; acumine acutiusculo; juniora tenera, adultiora crassiuscula et tandem subcoriacea, compage densa ideoque nitida, nervo superne et inferne prominente, venis arcuato-parallelis parum prominulis, venulis vix conspicuis (in siccis foliis impressis), ita ut compagem firmulam cum compage foliorum Citri recte comparare possis, licet haec nonnihil crassiora sint. *Stipulae* angusto-triangulares, obtusiusculae, membranaceae, nervosae, dorso cristis duabus propinquis percursae, quae in setulas tenues deciduas abeunt, 1—2 lin. longae. *Ramenta* parca, in quovis ramulo 4—8—10 subsparsa, laxe bifaria, stipulis similia, attamen nonnihil firmiora atque pariter bicristata, cristis in dentes porrectis, saepe cuspide interjecto, versus basin arista ipsis breviore decidua armata; inferiora 1 lin., summa 2 lin. longa. *Flores* ex alis ramentorum, rarius e foliorum, 6—10 et plures fasciculati, in ramulis novellis nonnunquam pauciores: 2 vel 3. *Pedunculi* singuli *bractea* ovata acuminata et *bracteolis* 2 minimis, sese amplectentibus, a basi involuti, ante anthesin saepe nutantes, dein erecti, 1—3 lin. longi, pentagoni, sursum incrassati. *Alabastrum* obtuse turbinatum. *Calyx* dimidiam lineam longus vel paullo longior, uti pedunculus saepe glausescenti-viridis, laciniis ovatis vel ovato-triangularibus, acutis, concavis, nervo medio vix conspicuo. *Petala* alba, linea parum longiora, lineari-oblonga, versus basin nonnihil contracta, apice rotundato, concavo, reflexa, ligulam verticaliter emittentia, fere ex ipsorum medio tenuiter membranaceam. Hujus lobi antici oblongi, margine irregulariter denticulati et undulati, cum interjecta appendicula subquadrata, emarginata; lobi postici duplo breviores, medio in laminulam transverse oblongam confluentes. *Urceolus stamineus*, ovatus, ore obsolete quinquedentato, dentibus lato-emarginatis. *Filamenta* intra orificium enata, compresso-subulata, in floribus probe evolutis plerumque computato urceolo 2 lin. longa et pistillum duplo superantia, raro illo breviora. *Antherae* ovato-globosae. *Ovarium* turbinatum. *Styli* discreti, stigmatibus obovato-globosis. *Drupas* non vidi.

Crescit per magnam partem Brasiliae in silvaticis, e. g. prope Sebastianopolin: M.; prope Tingua et Maranambaia in Provincia Sebastianopolitana: Schott; prope Cavalcante in prov. Goyazana: Pohl; prope Villa Boa urbem ejusdem provinciae: St. Hil.; prope Fanado in Minis novis: Pohl; prope Egam oppidulum prov. Rio Negro: Pöppig et M. — Extra Brasiliam in Gujana Anglica legit Schomburgk.

Haec species praesertim compage foliorum densa laevigata dignoscitur. In siccis speciminibus venulae non conspicuae, sed earum depressione superficies levissime rugulosa apparet.

30. *Erythroxylon coelophlebium.*

E. ramulis rectiusculis patentibus; foliis membranaceis *oblongis* aut *oblongo-lanceolatis acuminatis*, basi acutis, *venis superne impressis*, stipulis tridentatis, *dentibus lateralibus reversis* ramentisque breviter cincinnatis triangularibus; *pedunculis numerosis umbellatis* ex alis foliorum vel in ramulis ramentiferis; laciniis calycis triangularibus (staminibus pistillum superantibus); drupis angusto-oblongis, putamine sulcato.

Arbuscula aut *frutex*, vigintipedalis. *Ramuli* erecto-patentes, teretes, epidermide viridi-fuscescente, cum cicatriculis lineari-ellipticis griseis. *Folia* in caule ramisque primariis phyllotaxi, uti videtur, $\frac{3}{5}$ et $\frac{5}{8}$, in ramulis ultimis bifariam disposita, *petiolis* bilinearibus semiteretibus, superne canaliculatis; oblongo-lanceolata vel oblonga, acuta aut acuminata, basin versus cuneato-attenuata aut acuta, 4—8 poll. longa, in medio 12—22 lin. lata, membranacea, nervo robusto subtus valde prominulo, venis subflexuosis, superne impressis, venulis reticulatis, nervo venisque subtus rubentibus. *Stipulae* in foliis, quae florum glomerulos promunt, rarius persistunt, in nudis vero lato-triangulares sunt, basi, qua adnascuntur, sagittato-productae, antice medio bisulcatae, extra sulcos longitudinaliter bialatae, terminatae apice brevi acuto, in cujusvis lateris margine dentem reversum emittentes. *Ramenta* innovationes concomitantia saepe plura bifariam conferta, lato-triangularia, dorso sulcata, infra sulcum aristifera, secundum marginem extenuatum cristata apiceque pariter ac stipulae auriculato-dentata, dentibus arcuato-reversis, 1 ½ lin. longa et lata. ***Flores*** fasciculati in ramulis brevissimis capituliformibus plerumque ex alis foliorum, rarius ex ramentorum. ***Bracteae*** florigerae dense compactae, subbifariae, trinerviae et tridenticulatae; interiores minores et minus evidenter dentatae; intimae, s. *bracteolae* duae suboppositae, cum exterioribus decussantes. ***Pedunculi*** sesqui- 2-lineares, angulati, sursum incrassati. *Calyx* quinquefidus, laciniis triangularibus vel leviter ovatis acuminatis, margine extenuato. ***Petala*** obovato-lanceolata, obtusa, basi cuneata, alba. *Ligulae* anticae lobuli obtusi leviter undulato-dentati, posticae breves. ***Filamenta*** ex urceoli levissime quinquedentati orificio enata, quinque denticulis interjecta, quinque e denticulorum emarginatura emergentia. *Antherae* ovatae. ***Pistillum*** staminibus brevius. *Ovarium* ovatum, leviter sulcatum. *Styli* ovarii longitudine, discreti. *Stigmata* obovato-globosa. *Drupa* angusto-oblonga aut conica, 6—8 lin. longa, *putamine* triangulari, *semine* unico evolvendo.

Crescit in silvis udis prope Sebastianopolin, Augusto florens: M., et in Serra d'Estrella: Schott.

31. *Erythroxylon floribundum.*

E. ramulis patulis; foliis *coriaceis* nitidis oblongis cuspidato-acuminatis, basi acutis; stipulis longe triangularibus *petiolos pedunculosque* aequantibus; ramentis stipulis similibus apice bifidis et aristigeris; floribus numerosissimis arcte *umbellatis* dense bracteolatis; calycis foliolis *orbiculari-ovatis acutis margine membranaceo imbricatis* (stylis stamina superantibus); drupa —.

Arbuscula robusta, dense ramosa. *Ramuli* teretes, epidermide cinerea, longitudinaliter rimosa; ultimi compressi, laevigati. *Folia* densa, coriacea, supra nitida, subtus pallidiora et subglaucescenti-viridia; *petiolo* fere $\frac{1}{4}$ poll. longo, teretiusculo, supra canaliculo tenui exarato; *lamina* oblonga vel ovato-oblonga, 1—2 poll. lata, 3—6 longa, apice cuspide acuto, basi breviter acutata; *stipula* longe triangularis, longitudine petiolorum vel paullo longior, fuscescens, nervis parum prominentibus striata, dorso anguste carinata, apice integerrimo aut breviter bifido. *Ramenta* forma et magnitudine stipularum, versus apicem aristam tenuem, deciduam emittentia. *Flores* plurimi (30 et ultra) in axillis foliorum et ramentorum, dense conferti et quasi umbellati, singuli *bracteolis* suis lanceolatis acutis, longitudinaliter striatis, fere 2 lin. longis instructi. *Pedunculus* 4—5 lin. longus, igitur petiolum, stipulam et ramentum aequans, sursum incrassatus et evidenter pentagonus. *Alabastrum* subgloboso-pentagonum. *Calyx* fere lin. altus, foliolis lato-ovatis vel orbiculari-ovatis, acutis, margine extenuato albido plus minus imbricatis. *Petala* 1$\frac{1}{2}$ lin., alba, lineari-oblonga, utrinque rotundata, antice obtuse denticulata. *Ligula* e primo triente petali enata, lobis anticis obovato-orbicularibus dentatis, postico suborbiculari dentato. *Stamina* sub anthesi quam styli breviora, ex *urceolo* brevi decemcrenulato *filamenta* filiformia emittunt, *antheris* globosis munita. *Ova-*

rium subglobosum. *Styli* discreti, stamina superantes. *Stigmata* capitata. *Fructus* non visus.

Haec species praesertim affinis est: *E. campestri*, *Mama-Cocae*, *citrifolio* et *squamato;* ab omnibus vero inflorescentia opulenter glomerata, foliolorum calycis et foliorum forma distingui potest.

Crescit in silvis udis ad Pará, caput provinciae Paraënsis, ubi Majo et Junio floret.

32. *Erythroxylon tortuosum.*

E. caule arborescente ramisque tortis, cortice *suberoso areolato-rimoso*, ramulis teretiusculis, cortice ferrugineo-rufo, foliis tandem *coriaceis, obovatis* vel oblanceolatis, *apice rotundatis*, basi longe cuneatis, *subtus reticulato-venulosis glaucescentibus;* stipulis quam petioli brevioribus, parvis, ramentis paucis; pedunculis ex alis foliorum et ramentorum dense glomeratis; laciniis calycis ovatis acutis, *immutatis;* — pedunculis fructiferis petiolos aequantibus; drupis oblongis.

Species prae aliis affinis *E. suberoso*, a qua facile tamen distiguitur tam foliorum forma, quam calycis divisionibus parvis, neque excrescentibus, enerviis. — *Arbuscula* vel *frutex* declinatus, trunco ramisque primariis tortis. *Cortex* crassissimus, suberosus, irregulariter rimosus et areolatus, testaceo-cinerascens. *Rami* juniores digiti crassitie, cortice laevigato, ferrugineo-rufo, nitidulo, tandem longitudinaliter rimoso, eque rimis suberoso. *Folia* non disticha, sed spirali phyllotaxi disposita, versus apices ramulorum congesta, obovata aut oblanceolata, antice rotundata, obtusa vel emarginata, versus basin longe cuneata atque in petiolos crassiusculos 2—4 lin. longos dorso convexos, superne sulcatos, alte decurrentia, substantia denium coriacea. Nervus medius crassus, subtus valde prominens. Venae numerosae, approximatae, angulo acuto provenientes, arcu simplici fere in marginem decurrente combinatae. Venulae numerosae, denso reticulo junctae. Color superne saturate viridis, inferne glaucescens; nervo venisque plus minus rufescentibus. Statu sicco folia plus minus rufescunt. *Stipula* perbrevis, triangularis, pariter ac ramentum intra corticem plus minus delitescens. *Lamina* foliorum saepe complicata. Longitudo 4—7; latitudo in parte antica 1 ½—2 poll. *Flores* plures conglomerati ex alis ramentorum et foliorum, bracteati et bracteolati; ita glomeres hemisphaerici rufescentes post lapsum pedunculorum persistunt e ramentis bracteis bracteolisque dense compacti. *Pedunculi* 2—3 lin. longi, leviter pentagoni, nec tamen pentapteri uti in *E. suberoso.* *Calyx* perbrevis, ½ lin. altus, in lacinias lato-ovatas, acutas, purpurascentes, persistentes quidem, sed non excrescentes, enerves, sectus. *Corolla* et *stamina* non visa. *Drupa* immatura 3—4 lin. longa, oblonga.

Species habitu proprio, venarum decursu atque ramulis junioribus rufis facile distinctu.

Crescit in prov. Goyazana ad Mejaponte: Pohl; in Brasilia meridionali a Sellowio lecta est, loco natali non indicato. Uti E. suberosum ad tingenda vestimenta gossypina usurpatur.

33. *Erythroxylon magnoliaefolium.*

E. fruticosum, ramulis subsimplicibus; foliis membranaceis *tandem coriaceis* (subtus interdum glaucis), longius petiolatis, *oblongis, apice rotundatis vel breviter acutatis;* stipulis et ramentis lato-triangularibus *striatis* membranaceis persistentibus *quam petioli duplo brevioribus;* pedunculis in alis ramentorum et foliorum *numerosis* intra bracteas et bracteolas dense conglomeratas illasque aequantibus;

calycis laciniis triangularibus; staminibus stylum unicum trifidum subaequantibus; drupis ovatis acutis (coccineis nigro-striatis).

Frutex 2—4-pedalis, caulibus subsimplicibus aut ramulos paucos, novellos compressos emittentibus. Cortex caulium laevigatus, testaceus, nitidus, in innovationibus purpurascenti-viridis, nonnunquam parcissime verruculosus. *Folia* magna, 5—12 pollices longa, medio vel infra medium 2½—4 poll. lata, oblonga, aut rarius ex ovato oblonga, basi acutiuscula, apice rotundata vel in acumen breve acutata, primum membranacea et subtus glaucescentia, dein fere coriacea, nervo subtus valde prominente, superne impresso-plano, venis angulo acuto promissis, intra marginem arcuato-combinatis. *Petiolus* 6—10 lin. longus, teretiusculus, superne sulco acuto insculptus. *Stipula* petiolo duplo brevior, lato-triangularis, acuta, dorso bicristata et inter cristas sulcata, apice acuta vel bidentata, longitudinaliter dense nervosa, margine extenuato, persistens. *Ramenta* stipulis similia, basi aristam nigricantem facile deciduam emittentia. *Flores* ratione foliorum parvuli, magnitudine cum floribus *E. cincinnati* comparandi, numerosi et dense conglomerati in alis ramentorum rariusve foliorum, ita ut bracteae et bracteolae, quae singulos flores promunt, glomerem hemisphaericum pisi majusculi magnitudine forment. Sunt hae bracteae ex ovato lanceolatae, acuminatae, scariosae, testaceo-fuscae, persistentes, pedunculis longitudine aequales. *Pedunculi* 1½ lin. longi, pentagoni, angulis usque ad commissuras calycis procurrentibus. *Calycis* laciniae parvae, triangulares, acutae, virides lineisque atropurpureis notatae. *Alabastrum* pentagono-obovatum. *Petala*, adnotante Hilario, calyce sunt duplo longiora, oblonga, obtusa, *ligula* antica triloba, lobis aequalibus obtusis, postica anticae adnata, obtusa, undulato-crispa. *Stamina* corollae longitudine, emissa ex urceolo, qui calycem paullo superat. *Pistillum* longitudine staminum, *ovario* obovato, *stylis* basi connatis. *Drupa* subsessilis, ovata, acuta, coccinea, lineis subsenis nigris. **Putamen** utrinque acutum, angulis sex inaequalibus percursum.

Crescit in silvis primaevis prope Tagoahy, oppidulum provinciae Sebastianopolitanae: St. Hil., et prope urbem S. Georgii Insulanorum, ubi florens et fructiferum legebatur mense Januario.

Haec species abunde differt ab affinibus *macrophyllo* et *macrocnemio:* stipulis et ramentis pedunculisque brevioribus, petiolis longioribus, floribus minoribus, calycis forma etc.

34. *Erythroxylon macrocnemium.*

E. foliis ultrapedalibus oblanceolato-oblongis, versus basin cuneatis, coriaceis, stipulis ramentisque *pollicaribus triangularibus acutis nervosis*, petiolos triplo, pedunculos duplo superantibus, arista ramentorum basilari; pedunculis lateraliter glomeratis, bracteolis ovato-acuminatis nervosis lacinias calycis lanceolatas margine membranaceo subimbricatas fere aequantibus; stylis stamina superantibus.

Arbuscula? **Ramuli** teretes, cortice laevigato testaceo, nitidulo. **Folia** omnium, quae novi, maxima, pedem et quod excedit longa, oblanceolata vel angusto-oblonga, in summo triente ½ pedem lata, deorsum attenuata, coriacea, nervo medio et venis subparallelis subtus nonnihil prominulis, petiolo instructa crasso nonnullas lineas longo et in eum decurrentia. **Stipula** a petiolo fere soluta, semiamplexicaulis, triangularis, 12—16 lin. longa, basi 4—6 lin. lata, in apiculum promissa, lateribus extenuatis nonnihil serrulata, rigidula, longitudinaliter arcte nervosa, dorso medio concava. **Ramenta** stipulis similia, ima basi aristam brevem exserentia. **Flores** majusculi ex axillis ramentorum et foliorum, plures conglomerati. **Bracteae** et **bracteolae** dense collectae, ovato-lanceolatae cum acumine, scariosae, longitudinaliter nervosae, 2—3 lin. longae. *Pedunculi* 6 lin., pentagoni. *Calyx* profunde 5fidus, laciniis lanceolatis acuminatis subaequalibus, nervo lato, margine extenuato sibi plus minus imbricatis. *Petala* non vidi. *Stamina* in flore deflorato quam pistillum duplo breviora. *Filamenta* intra urceolum adnata, denticulis singulis brevibus interjectis. *Ovarium* ovatum. *Styli* 2 lin. longi, graciles.

Crescit in silvis ad Cuchero Peruviae, ubi 1829 legit cl. ***Pöppig.***

Erklärung der Abbildungen.

TABULA I.

Fig. 1—7. *Erythroxylon macrophyllum.* 1. Ein Blumenblatt, von der innern Seite gesehen. Der vordere Ansatz der Ligula ist dreitheilig und aufgerichtet; der hintere, viereckige, ist zurückgeschlagen. Der vordere Theil des Kronenblattes ist nach Aussen zurückgebogen. — 2. Die Hälfte des Urceoli staminei, mit sechs Staubfäden, von der innern Seite gesehen. — 3. Die Anthere. — 4. Der Stempel. — 5. Der Fruchtknoten, nach der Länge durchgeschnitten, mit zwei Eiern. — 6. Ein Zweiglein mit Ramentis, aus deren Achseln Blüthen hervorkommen. Das unterste Ramentum hat ein einblüthiges Zweiglein entwickelt, an dem mehrere sehr kleine Bracteolen denjenigen, bei weitem grösseren, vorangehen, die unmittelbar unter der Blüthe stehen. Das darauf folgende hat zwei Blüthen, mit wenigeren Vorblättchen. Die folgenden Ramenta sind blüthenlos. Am Grunde von einigen derselben sieht man die Narbe der abgefallenen Lamina. — 7. Grundriss der Blüthe.

Fig. 8. 9. 10. *Erythroxylon ectinocalyx.* Zweiganfänge, mit verschiedener Beschuppung durch die Ramenta. In Fig. 8 tragen die unteren Ramenta keine Bracteolen, was in Fig. 10 der Fall ist. Fig. 9 ist das stärker vergrösserte Ende von Fig. 8. Man sieht das Uebergreifen der Kelchblättchen, das bei dieser Art charakteristisch ist.

Fig. 11. *Erythroxylon Kunthianum* und Fig. 12. *E. frangulaefolium:* Enden von blüthentragenden Zweiglein.

Fig. 13. *Erythroxylon macrocnemium.* Vier im Knäul gestellte Blüthen, von der Schuppe ihres Tragblattes und ihren Vorblättchen umgeben.

Fig. 14. 15. *Erythroxylon coelophlebium.* Ramenta, deren Grund spontonförmig am Zweige herabläuft. Fig. 14 zeigt eine starke Granne, die Metamorphose der hier fehlenden Lamina; Fig. 15 hat diese Granne abgeworfen, und zeigt nur die Narbe derselben. Durch die Rinne, worin die Granne lag, streicht ein Nerve nach Oben, der in eine Spitze ausläuft.

Fig. 16. *Erythroxylon magnoliaefolium.* Ein Theil eines Blüthenzweigleins. Der vielblüthige Knäul kommt aus der Achsel eines concaven, an der Spitze zweizähnigen Ramenti, dem eine unfruchtbare Stipula gegenübersteht. Letztere hat ihr Blatt abgeworfen; man sieht die Narbe zwischen zwei Längsnerven. Die Blüthen sind von zahlreichen Bracteolen umgeben.

Fig. 17. 18. 19. *Erythroxylon distortum.* Jede Blüthe steht gegliedert auf dem Ende eines sehr kurzen kegelförmigen Zweigleins, welches von zwei, sich gegenüberstehenden und am Rande übergreifenden Vorblättchen umgeben ist. Das Vorblatt hat drei Nerven, deren seitliche in kleine Grannen auslaufen.

TABULA 2.

Fig. 20. *Erythroxylon cincinnatum.* Ein Trieb, welcher eine grosse Menge zweizeiliger Ramenta zeigt, von denen einige mit der Granne versehen sind, andere sie bereits abgeworfen haben.

Fig. 21. *Erythroxylon cuspidifolium.* Ein Zweiglein mit halbreifen Früchten, welche aus den Achseln der Tragblättchen hier paarweise, von mehreren Bracteolen umgeben, hervorkommen. Die Kelche unter der Frucht sind unverändert, während sie in dem daneben

Fig. 22. dargestellten Zweige von *Erythroxylon ectinocalyx* sich sehr ausgedehnt haben. Dieselbe Figur zeigt auch eine lange Reihe von Ramentis, an deren Achseln einige Blüthen stehen, welche nicht zur Entwicklung kommen.

Fig. 23. 24. 25. *Erythroxylon campestre.* 23 zeigt einen Blatttrieb, dessen Blätter im Begriffe stehen, sich zu entfalten. — 24. Ein Blüthenzweiglein. Es ist hier die Eigenschaft der Staubfäden, nach dem Abfall der Krone stehen zu bleiben und die des Blüthenstieles, fünf scharfe Kanten darzustellen, welche zwischen die Kelchabschnitte fallen, deutlich, so wie die Abgliederung des Blattstiels von seiner Stipula. Das Ende des Zweigleins nehmen mehrere noch knospenartig übereinander liegende Ramenta ein. — 25. Durchschnitt des zusammengefalteten Blattes.

Fig. 26. *Erythroxylon cincinnatum.* Endstück eines Zweigleins, das unten Frucht, oben Blüthenknospen trägt.

Bei genauer Betrachtung dieser Figuren, welche insgesamt in verschiedenem Verhältnisse vergrössert sind, lässt sich auch beurtheilen, dass diese verschiedenen, oft sehr kurzen Zweiglein Triebe von mehreren Jahren sind, und dass die Folge von Ramentis mit oder ohne Blüthen und von Blättern in grosser Mannichfaltigkeit eintritt.

TABULA 3.

Erythroxylon microphyllum, varietas amplifolium. I. Der obere Theil eines Astes mit mehreren Zweiglein, in natürlicher Grösse.

II. Ein seitlicher kurzer, unten mit Ausschlagsschuppen, oben mit Blättern versehener Trieb, vergrössert. Die Blätter sind in die Quere abgeschnitten. — 1. Eine Blüthe, die Kronblätter künstlich zurückgelegt. — 2. Anthere. — 3. Drei Pollenkörner. — 4. Kronblatt von der innern Seite gesehen. — 5. Eine Hälfte des Staubfadenkranzes mit fünf Staubfäden, von der innern Seite. — 6. Stempel, der Fruchtknoten der Länge nach durchschnitten, so dass das eine leere Fruchtfach und das hängende Ei in dem andern sichtbar wird. — 7. Ein Blatt, von einem jungen Zweiglein genommen, von der untern Seite (Figur 1 — 7 sind in verschiedenen Verhältnissen vergrössert).

TABULA 4.

Erythroxylon Myrsinites. I. Das Ende eines Astes mit mehreren ein- und zweijährigen blühenden Zweiglein, in natürlicher Grösse. Berindung, Form der Blätter, Vertheilung der Ausschlagsschuppen u. s. w. zeigen deutlich die Unterschiede zwischen dieser und der auf der vorigen Tafel vorgestellten Art. — 1. Eine Blüthe, mit zurückgebogenen Kronenblättern. — 2. Kronblatt von Innen. — 3. Theil des Staubblattringes mit sieben Staubfäden, von Innen. — 4. Anthere. — 5. Pollenkörner. — 6. Stempel. — 7. Durchschnitt des Fruchtknotens mit zwei Eiern. — 8. Blatt, von Unten (Figur 1 — 8 verschieden vergrössert). — II. Ein junger, seitlicher Trieb, mit Ausschlagsschuppen und jungen Blättern, vergrössert.

TABULA 5.

Erythroxylon anguifugum. I. Ein mehrjähriger, bezweigter Ast, in Naturgrösse. — 1. Eine Blüthe. — 2. Kronblatt von Innen. — 3. Pistill, mit senkrecht geführtem Schnitt durch den Fruchtknoten. — 4. Horizontalschnitt durch die halbreife Frucht (1 — 4 verschieden vergrössert). — 5. Frucht in Naturgrösse. — 6. Blatt in Naturgrösse, mit deutlich ausgeführter Aderung, ebenso.

TABULA 6.

Erythroxylon Coca. I. Ein zweijähriger Zweig, mit mehreren einjährigen Zweiglein, von der Spitze eines fünf Fuss hohen Strauches genommen, welcher alljährig zweimal von den Indianern (in Ega) war abgeblättert worden. Die obersten Zweiglein tragen nur Ausschlagschuppen, und keine vollständigen Blätter. Die Blätter an den übrigen Zweiglein zeigen die zwei, durch Faltung entstandenen, Längsnerven (Naturgrösse). — II. Zweijähriger Trieb, dessen Blätter keine Spuren von Faltung zeigen (Naturgrösse). — 1. Blüthe. — 2. Kronenblatt von Innen. — 3. Ligula von Oben. — 4. Der Staubblattkranz mit seinen Staubfäden, geöffnet. — 5. Anthere. — 6. 7. Pollenkörner. — 8. Stempel, mit dem, durch einen Längsschnitt geöffneten, Fruchtknoten, worin zwei Eier. — 9. Quer-Durchschnitt durch den befruchteten Fruchtknoten. — 10. Zwei Seitenansichten von einem Vorblatte ohne Lamina (einem Ramentum florigerum) und zwei, innerhalb desselben sitzenden Vorblättchen mit dem Blüthenstiele. — 11. Diagramm der Knospe.

TABULA 7.

Erythroxylon campestre. I. Ein blühender, mehrjähriger Zweig. II. Ein jüngerer Zweig, mit Früchten; beide in Naturgrösse. — 1. Offene Blüthe, mit künstlich zurückgeschlagenen Kronblättern. — 2. Kronblatt, dessen Ligula minder stark ausgezähnte Ränder hat, als in 3. — 4. Kelch. — 5. Theil des Staubblattringes, mit sechs Staubfäden. — 6. Anthere. — 7. Pollenkörner. — 8. Stempel, mit geöffnetem Fruchtknoten. — 9. Frucht, im Kelche. Nach Ablösung des Sarcocarpii sieht man das Putamen, welches an zwei Stellen verdünnt und daselbst mit einem schmal lanzettlichen, auslösbarem Wandtheile versehen ist. — 10. Eine Frucht im Kelche, der Länge nach durchschnitten. Das eine Fach ist mit einer schwammigen Substanz gefüllt. — 11. Eine Frucht, mit geöffneten Schichten des

Sarcocarpii und Endocarpii. — 12. Ein Embryo (Alles in verschiedenen Verhältnissen vergrössert). — 13. Ein Putamen aus einer dünneren Frucht, Naturgrösse.

TABULA 8.

Erythroxylon macrocalyx. I. Ein dreijähriger, stark blühender Zweig, in Naturgrösse. II. Ein seitliches, mit einem Blatte endigendes, einige Vorblätter, Vorblättchen und zwei Blüthenknospen tragendes Zweiglein, vergrössert. — 1. Blüthe, mit künstlich zurückgeschlagenen Kronblättern. — 2. Kelchblatt. — 3. Kronblatt. — 4. Aufgeschnittener und ausgebreiteter Staubblattring, von Innen. — 5. Antheren. — 6. Stempel. — 7. Vertical geöffneter Fruchtknoten. — 8. Kelch von Unten. — 9. Ein Tragblatt, welches zwei Vorblättchen einschliesst. Die Lamina ist abgeschnitten. — 10. Eine Ausschlagsschuppe mit drei Grannen (Alles in verschiedenem Verhältniss vergrössert).

TABULA 9.

Erythroxylon vacciniifolium. I. Ein mehrjähriger, stark verzweigter Ast, in Naturgrösse. — 1. Blüthe, die Kronblätter künstlich zurückgeschlagen. — 2. Die zwei Vorblättchen, welche den Blüthenstiel einscheiden. — 3. Kronblatt. — 4. Grösster Theil des Staubfadenkreises. — 5. Stempel, mit geöffnetem Fruchtknoten. — 6. Ein Blatt (Alles verschieden vergrössert).

TABULA 10.

Erythroxylon nitidum. I. Mehrjähriger, fruchttragender Zweig, in Naturgrösse. — II. Jüngeres, blühendes Zweiglein, vergrössert. — 1. Blüthe, wie Oben. — 2. Kronblatt. — 3. Hälfte des Staubblattkreises, von Innen. — 4. Stempel, mit geöffnetem Fruchtknoten. — 5. Querdurchschnitt durch den Fruchtknoten. —

6. Trockne Pollenkörner. (Alles vergrössert.) — 7. Zwei Fruchtkerne, Naturgrösse. — 8. Einer dergleichen, geöffnet. — 9. Embryo (Naturgrösse). — 10. Querdurchschnitt der Frucht, so dass die Cotyledonen und das Würzelchen zwischen ihnen erscheinen. — 11. Die Frucht so geöffnet, dass man den Keim, vom Eiweiss, dem Endocarpium und Sarcocarpium umgeben, sieht.

Register.

Seite
Erythroxyleae, natürliche Familie 319
— Verwandtschaft mit den Malpighiaceen 320-323
— mit andern Familien 324
— Geographie 325-332
— Chemische Constitution, Nutzen und Gebrauch 332
Erythroxylon nach Patr. Browne 284
— — — S. Hilaire 285
— — — Kunth 285
— — — Linné 284
— Character differentialis 286
— — naturalis 287—89
— Truncus. Rami. Ramuli 289-290
— Folia. Gemmatio 293-307
— Inflorescentia 304
— Pedunculus. Calyx 308
— Corolla 309-313
— Stamina 313
— Pistillum 314-316
— Fructus 316
— affine S. Hil. 381
— anguifugum Mart. No. 13. 336 361. t. 5.

Seite
Erythroxylon *areolatum* L. 325
— areolatum Vell. 377
— betulaceum Mart. No. 1. 335. 339
— *brevipes* DC. 327
— *buxifolium* Lam. 326
— campestre S. Hil. 337. 373 No. 19. t. 2. fig. 23. 24. 25. t. 7.
— *carthaginense* Jacq. 325
— cincinnatum Mart. No. 10. 336. 357 t. 2. fig. 20. 26.
— citrifolium S. Hil. No. 29. 339. 394
— Coca Lam. No. 16. t. 6. 337. 367
— coelophlebium Mart. No. 30. 339 396. t. 1. fig. 14. 15.
— columbinum Mart. No. 21. 337. 379
— cotinifolium S. Hil. 373
— *cumanense* H. B. K. 327
— cuspidifolium Mart. No. 11. 336 359. t. 2. fig. 21.
— Daphnites Mart. No. 14. 336. 363
— deciduum S. Hil. 391
— distortum Mart. No. 4. 335. 346 t. 1. fig. 17. 18. 19.
— ectinocalyx Mart. No. 9. 336. 355 t. 1. fig. 8. 9. 10. t. 2. fig. 22.

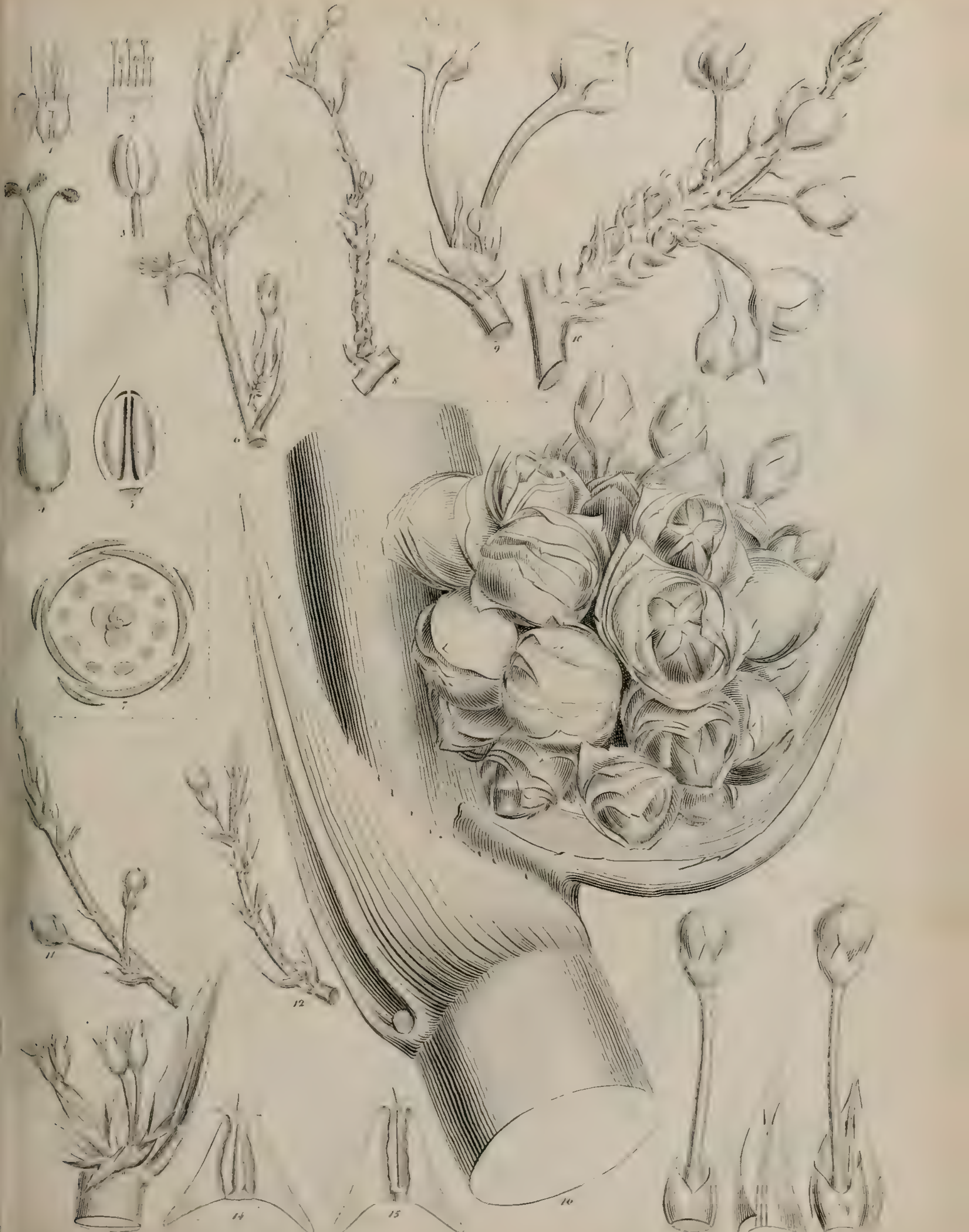
Seite

Erythroxylon *ferrugineum* Cav. 326. 335
— floribundum Mart. No. 31. 339. 398
— frangulaefolium S. Hil. No. 8. 335 353. t. 1. fig. 12.
— *havanense* Jacq. 325
— havanense Kunth 327
— *hondense* H. B. K. 327
— *hypericifolium* Lam. 326. 335
— Kunthianum S. Hil. No. 23. 338 381. t. 1. fig. 11.
— *longifolium* Lam. 326
— *lucidum* H. B. K. 327
— macrocalyx Mart. No. 24. 338. 384 t. 8.
— macrocnemium Mart. No. 34. 339 402. t. 1. fig. 13.
— macrophyllum Cav. No. 17. 337 369. t. 1. fig. 1—7.
— magnoliaefolium S. Hil. No. 33. 339 400. t. 1. fig. 16.
— Mamacoca Mart. No. 15. 337. 365
— Manglilla Pöpp. Mss. 394
— mauritianum Wall. 326
— *mexicanum* H. B. K. 327
— microphyllum S. Hil. No. 2. 335 341. t. 3.
— *monogynum* Roxb. 315. 326. 335
— Myrsinites Mart. No. 3. 335. 345 t. 4.
— nanum S. Hil. 391
— nitidum Spreng. No. 28. 338. 391 t. 10.

Seite

Erythroxylon *obtusum* DC. 331
— ochranthum Mart. No. 18. 337. 371
— *orinocense* H. B. K. 327
— *ovatum* DC. 326. 335. 354
— passerinum Mart. No. 25. 339. 386
— Pelleterianum S. Hil. 335. 350 No. 6.
— *pictum* E. Meyer 330. 335
— polygonoides Mart. 336. 360 No. 12.
— *popayanense* H. B. K. 327
— pulchrum S. Hil. No. 22. 338 380
— *rigidulum* DC. 327. 352
— *rufum* Cav. 326
— *sideroxyloides* Lam. 326. 335
— *squamatum* Vahl 326
— *subcordatum* DC. 303
— suberosum S. Hil. No. 20. 337 376
— subrotundum S. Hil. No. 5. 335 348.
— tortuosum Mart. No. 32. 339. 399
— vacciniifolium Mart. No. 26. 338 387. t. 9.
— virgultosum Mart. No. 27. 338. 389
Malpighiaceae, Character 323
Roëlana Commerson 286
Sethia Kunth 286. 315
Sethia indica 326
Steudelia brassiliensis Spr. 377
Venelia Commerson 286

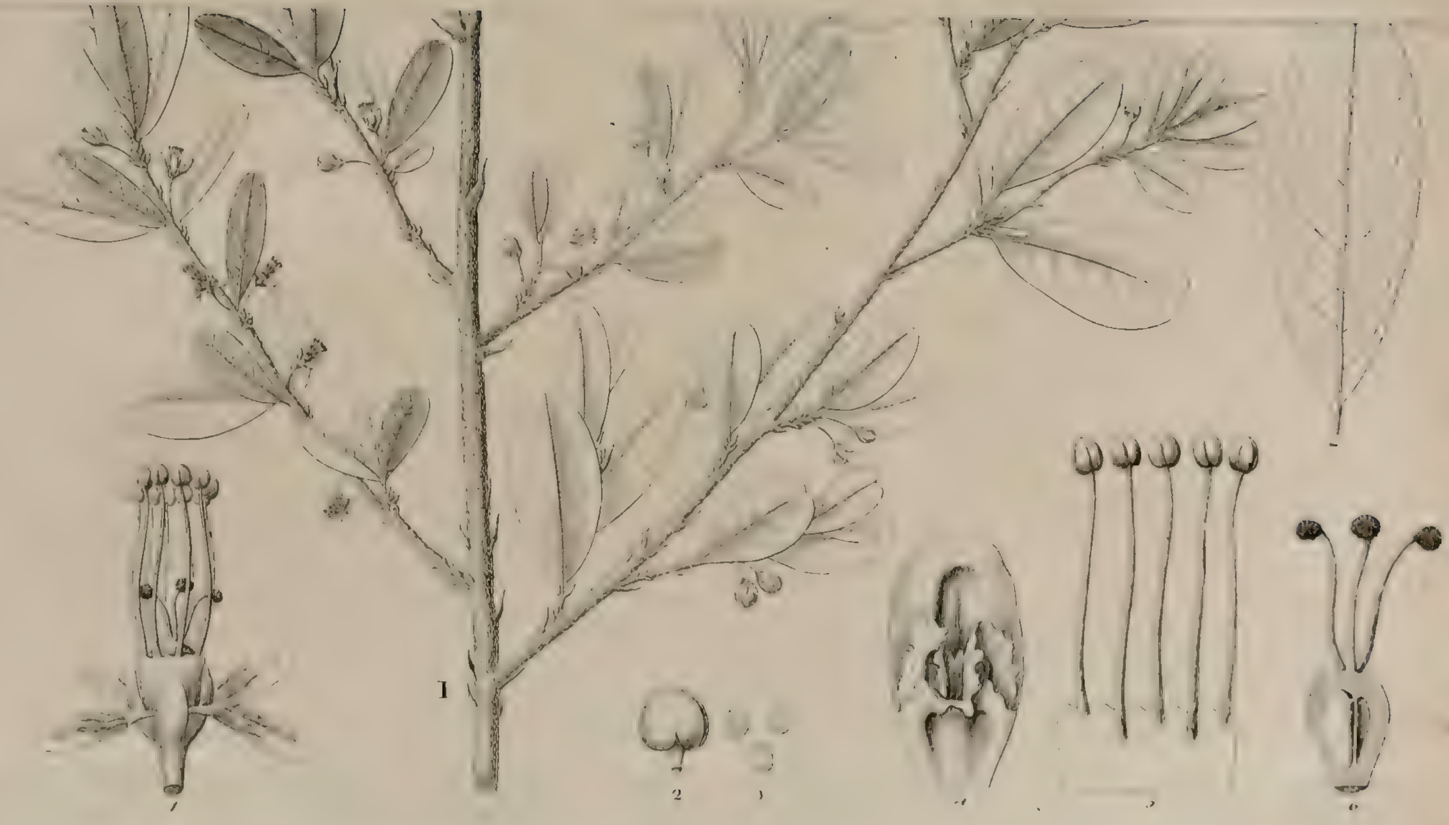
BRITISH NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Abhandl. der mathem. physic. Claſse Bd. III.

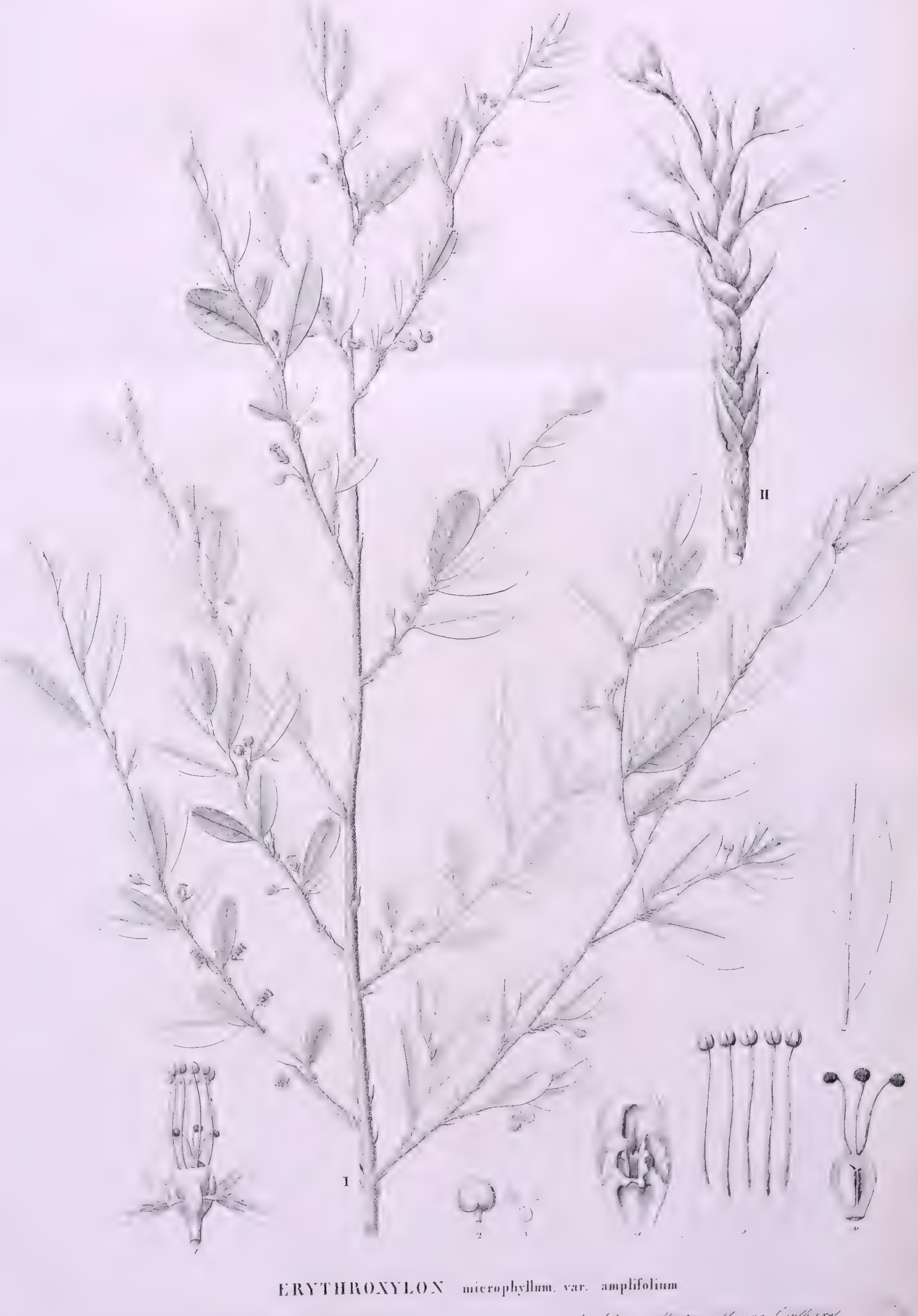
Zu Dr v. Martius Monogr. Erythroxyl.

BRITISH NATURAL HISTORY



ERYTHROXYLON microphyllum, var. amplifolium.

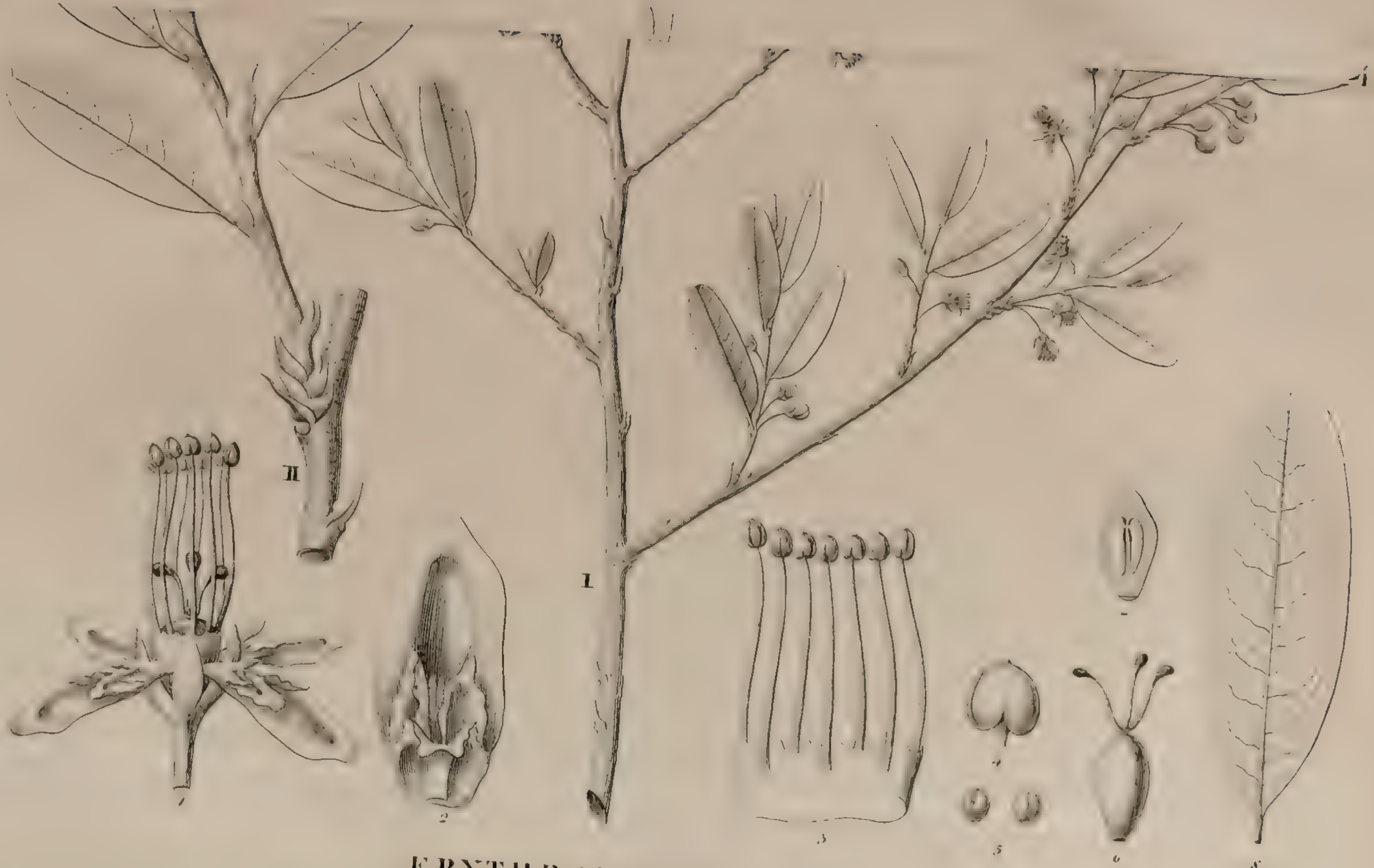
Abhandl. der mathem. physic. Klasse Bd. III. *Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.*



ERYTHROXYLON microphyllum, var. amplifolium

Abhandl. der mathem. physic. Kla. Bd. III

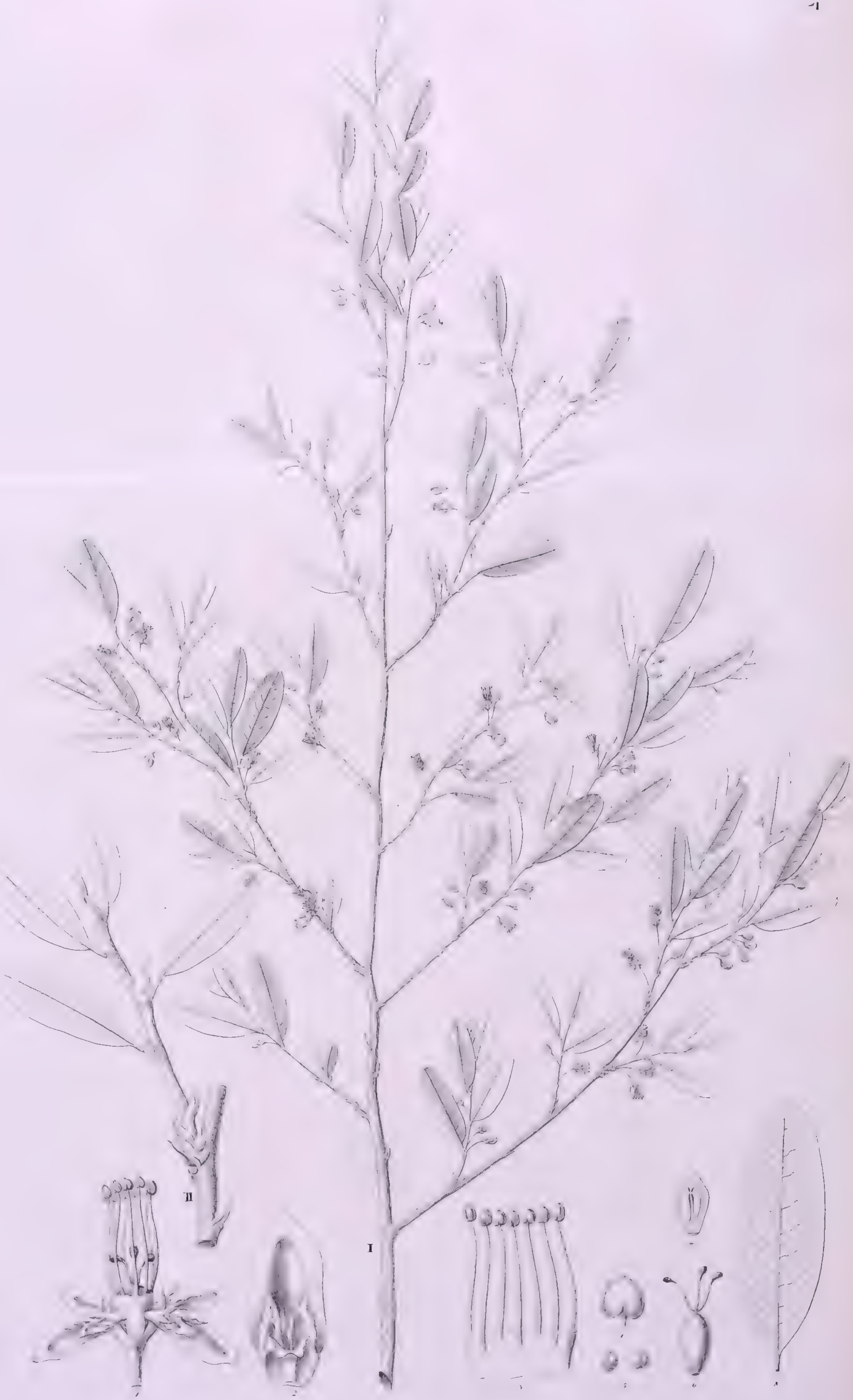
Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.


I
II
1
2
3
4
5
6
7
8

ERYTHROXYLON Myrsinites.

Abhandl. der mathem. physic. Classe Bd. III.

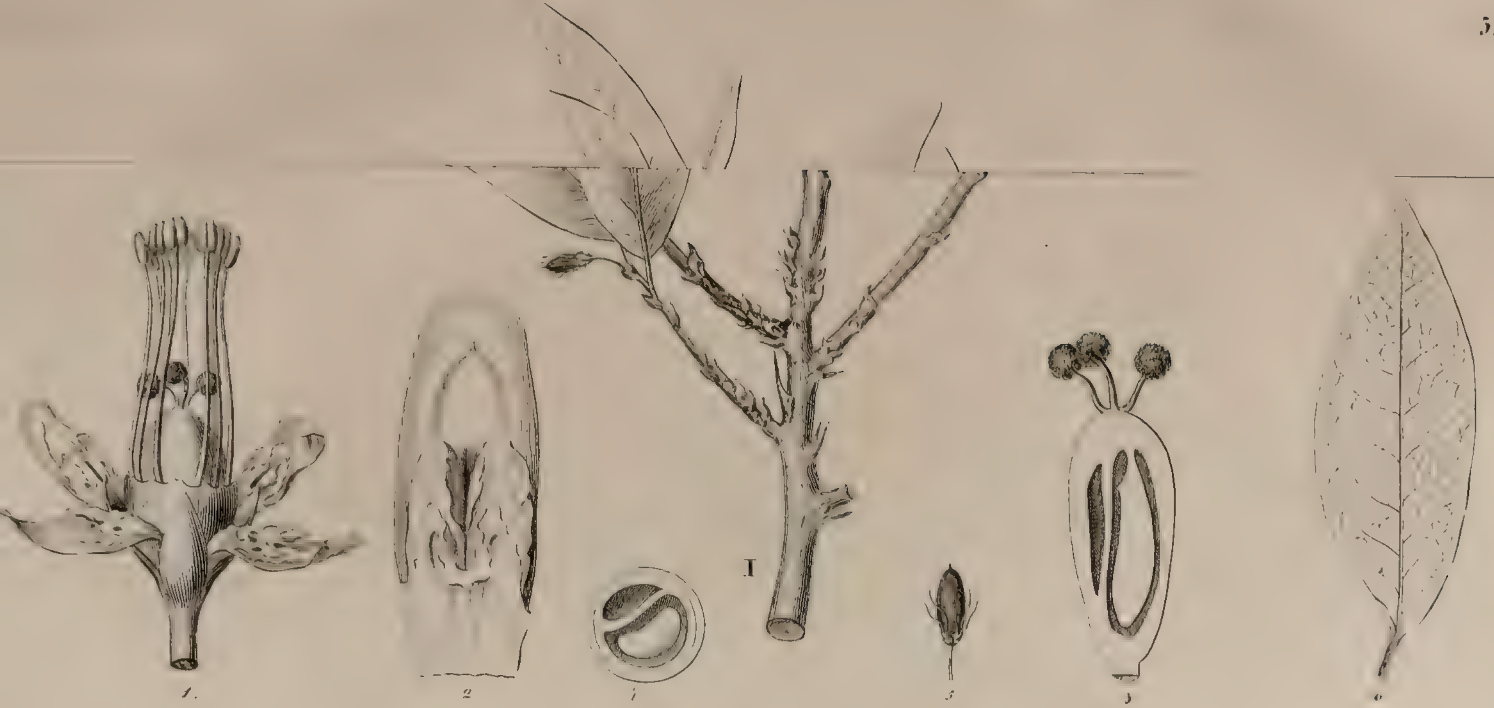
Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.



ERYTHROXYLON Myrsinites.

[illegible] Bd. III.

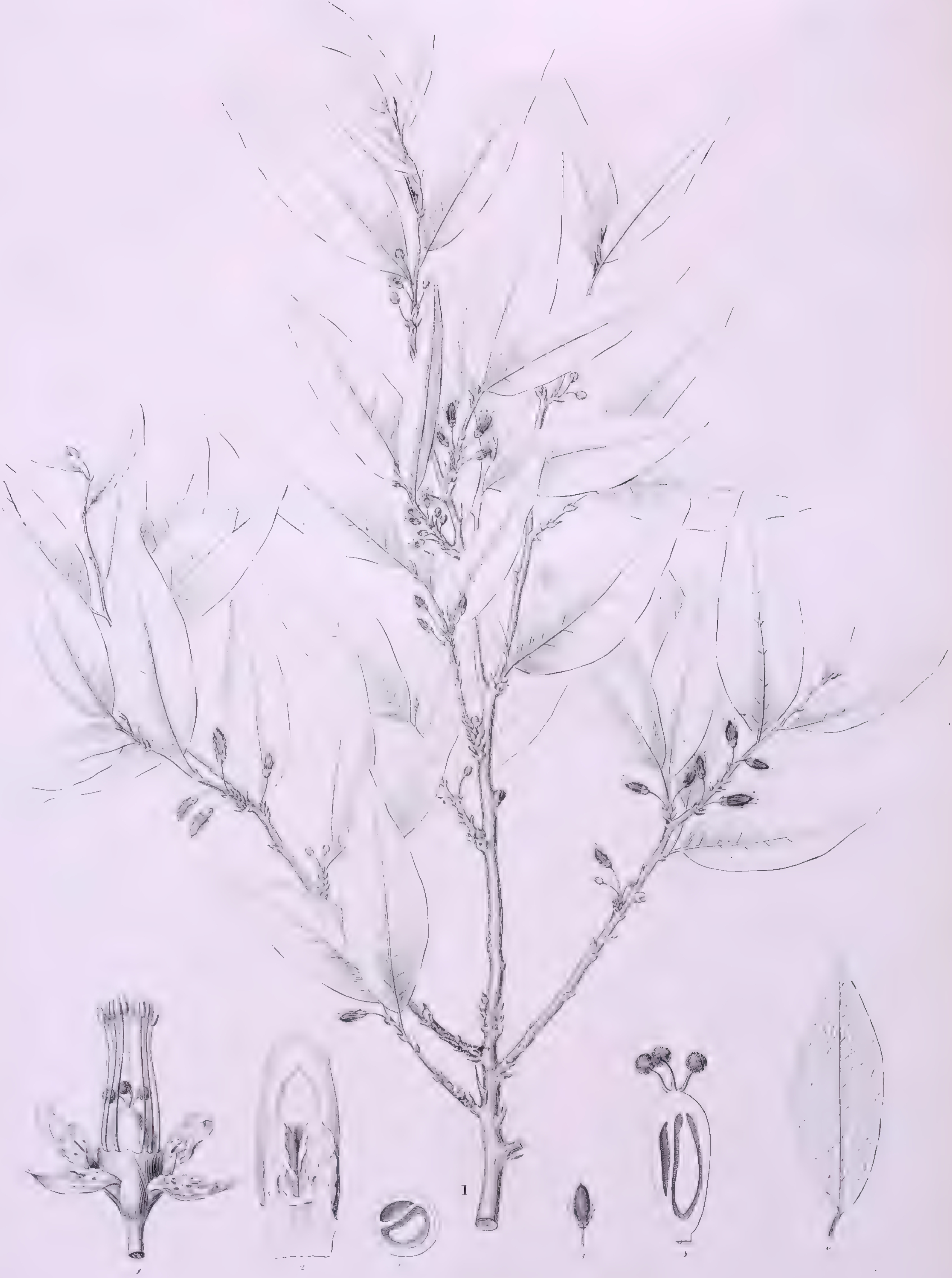
[illegible] Erythr. [illegible]



ERYTHROXYLON anguifugum.

Abhandl. der mathem. physic. Classe Bd. III.

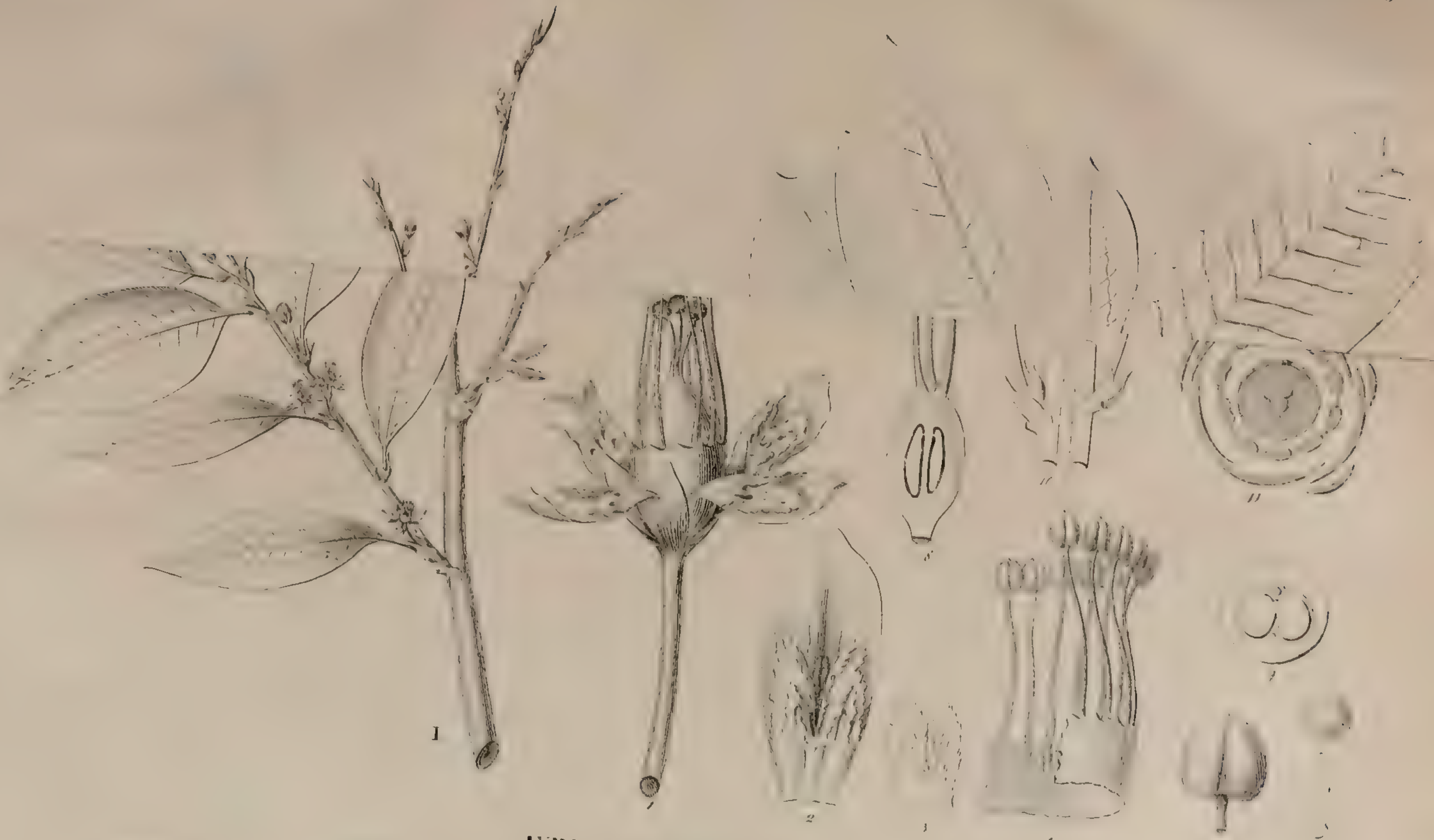
Zu Dr. v. Martius Monogr. Erithroxyl.



ERYTHROXYLON anguifugum

Abhandl. der mathem.-physic. Classe Bd. III.

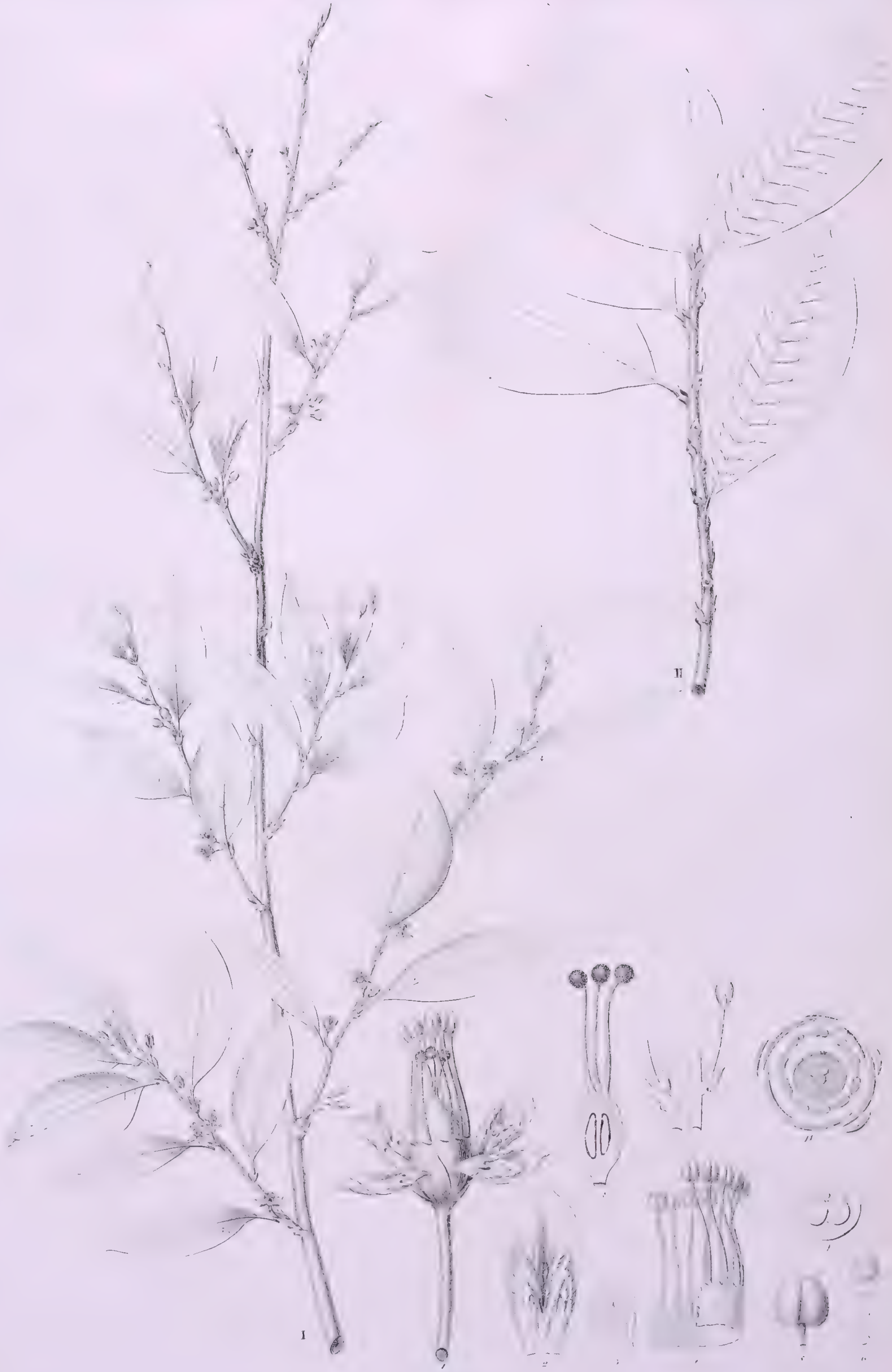
Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.


1
1
2
3
4
5
6
7
8
11
11

ERYTHROXYLON Coca.

Abhandl. der mathem. physic. Klaſſe Bd. III.

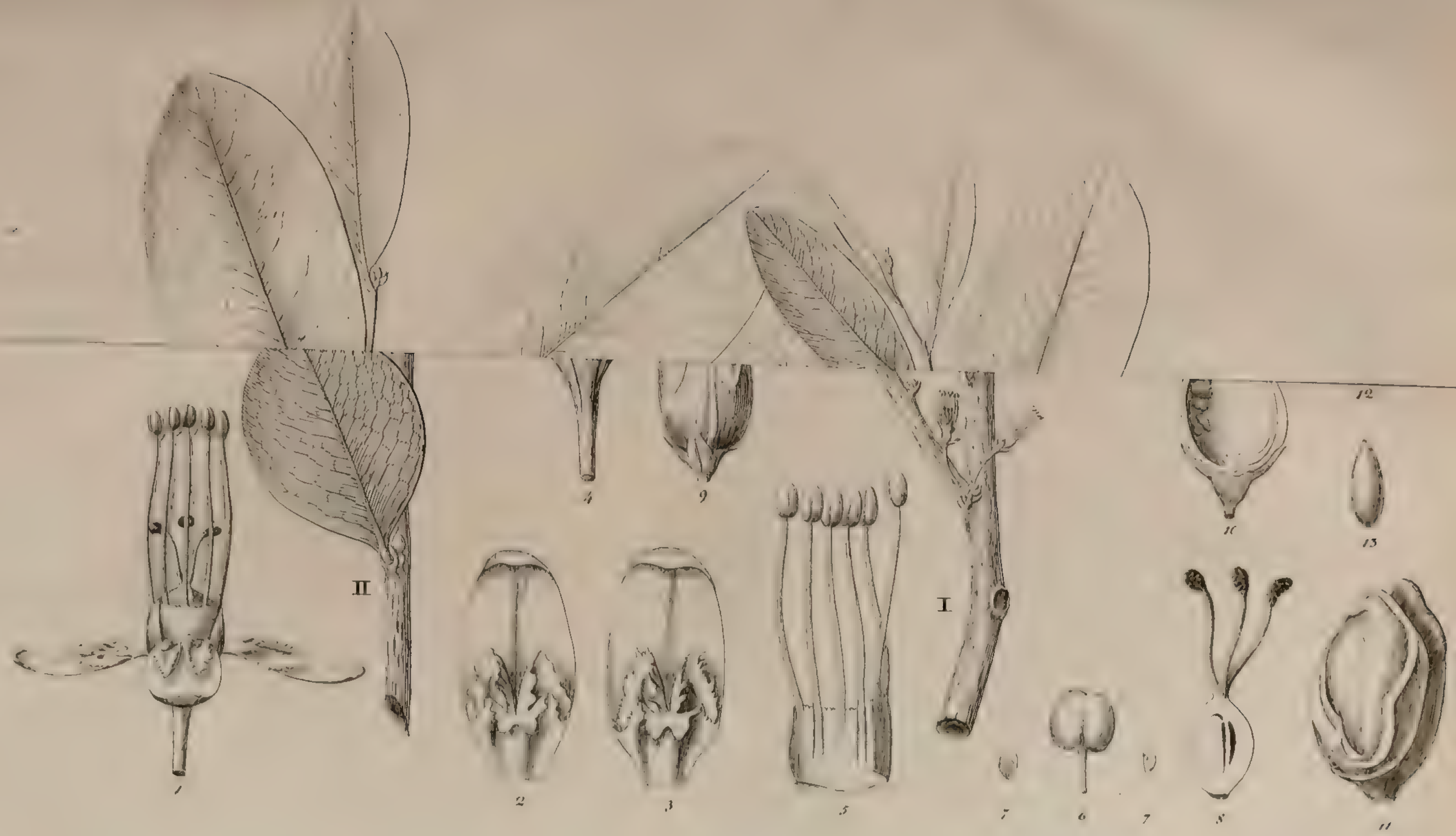
Zu [illegible] von Martius, Monogr. Erythroxyl.



ERYTHROXYLON Coca

Abhandl. der mathem. physic. Klaſse Bd III.

Zu Dr. von Martius Monogr. Erythroxyl.

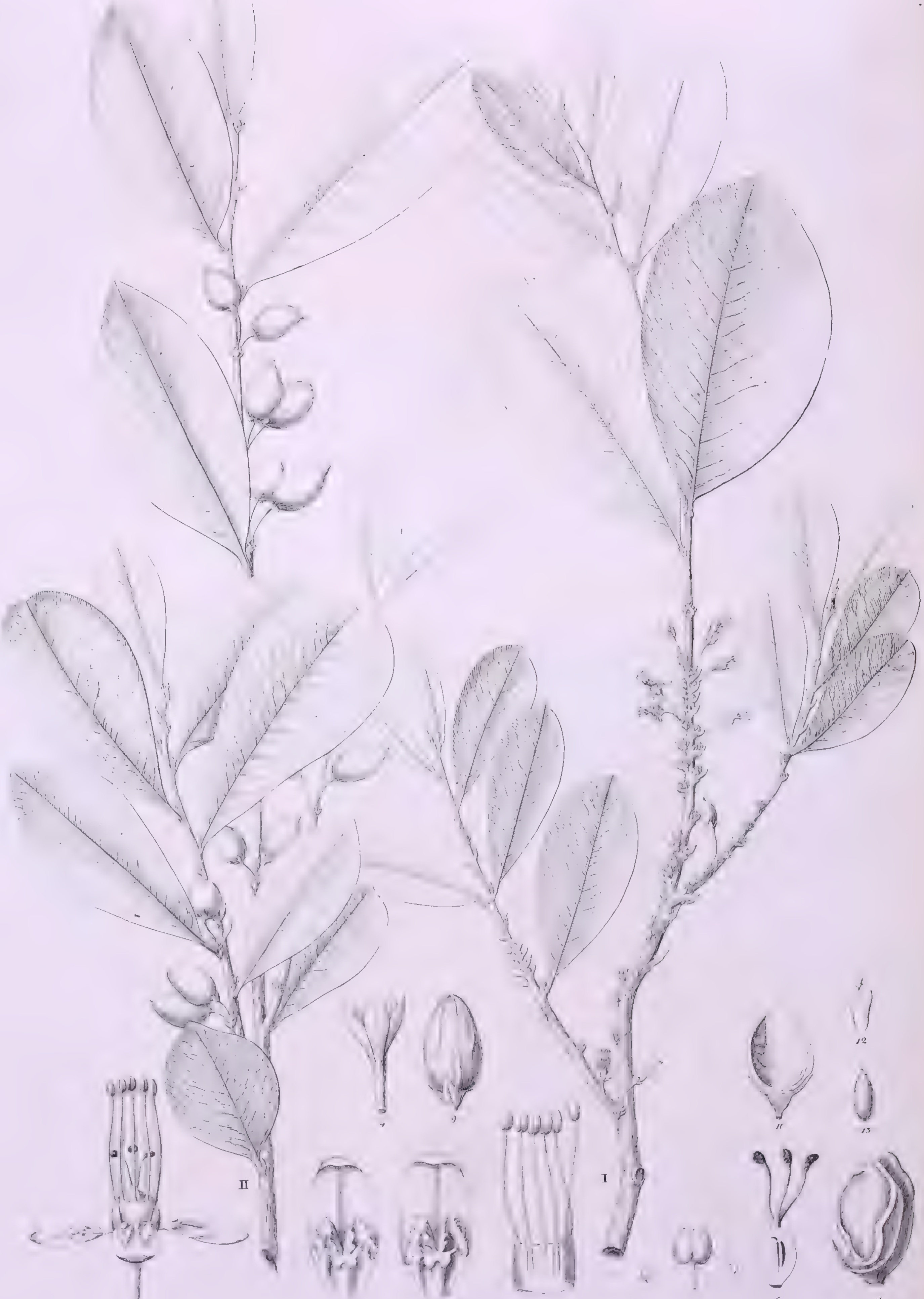


II
I
1
2
3
4
5
6
7
7
8
9
10
11
12
13

ERYTHROXYLON campestre.

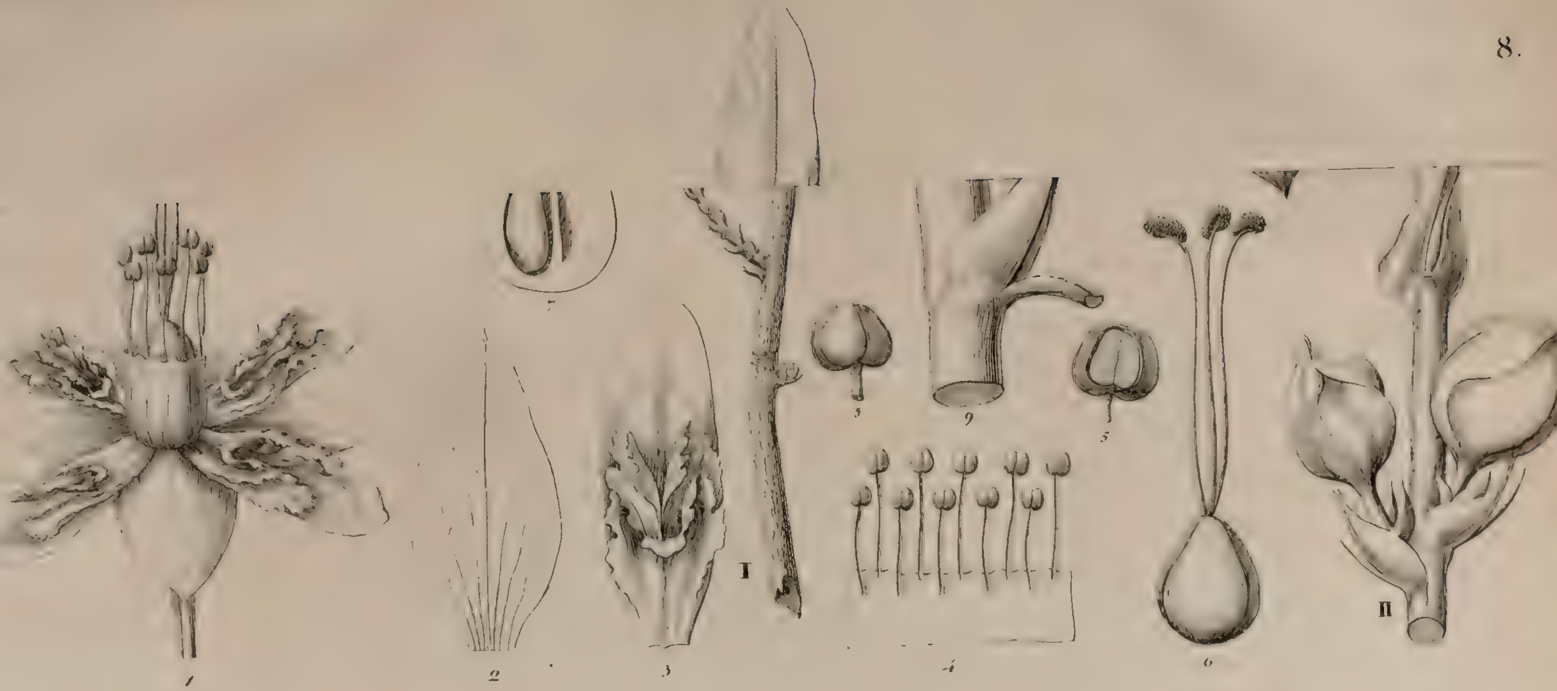
Abhandl. der mathem. physic. Klasse Bd. III.

Zu Dr v. Martius Monogr. Erythroxyl.


II
I
4
9
10
12
13
1
2
3
5
7
6
8
11

ERYTHROXYLON campestre.

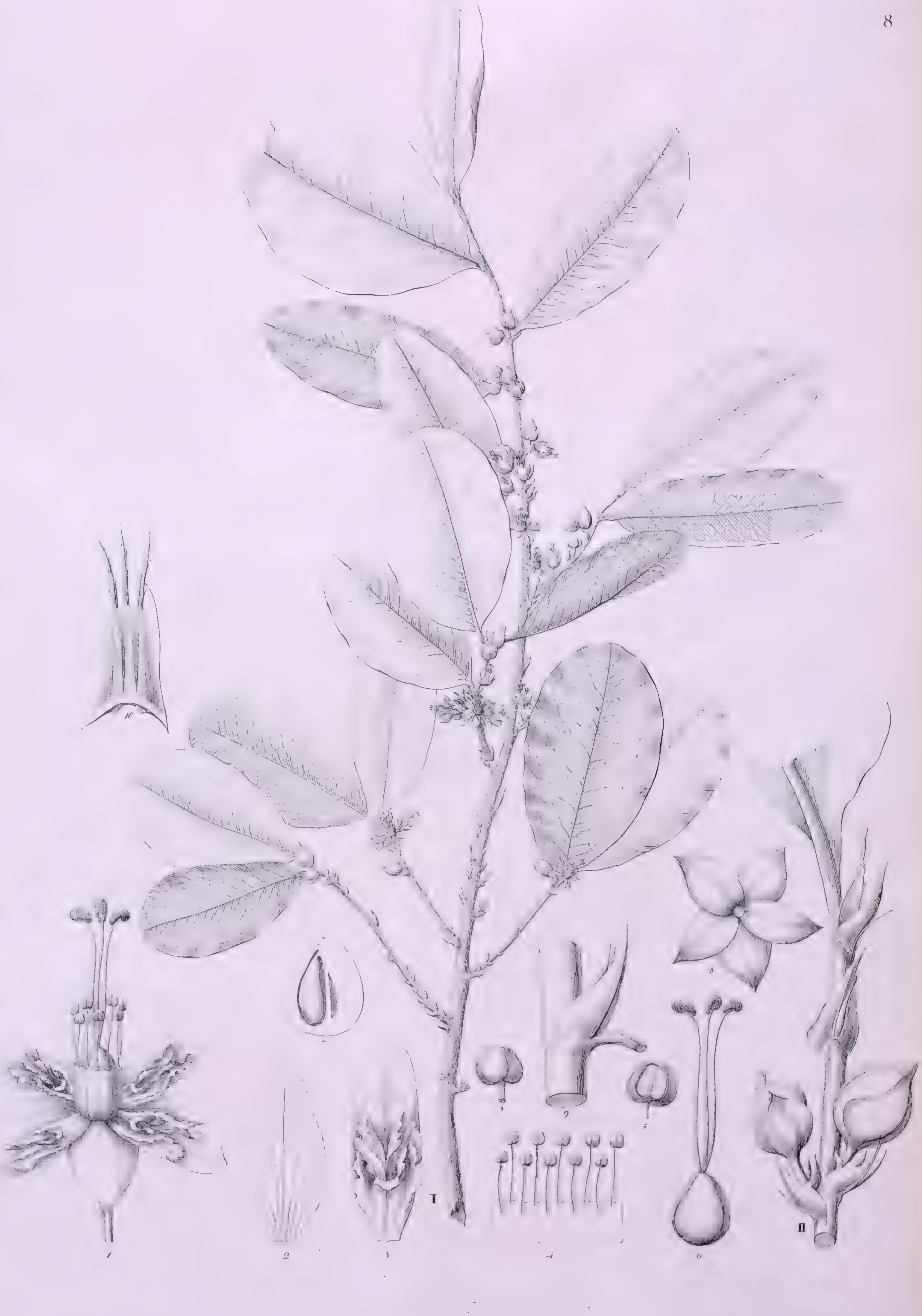
Abhandl. der mathem. physic. Klaſse Bd. III. *Zu Dr v. Martius Monogr. Erythroxyl.*


1
2
3
I
7
5
9
5
4
6
II

ERYTHROXYLON macrocalyx.

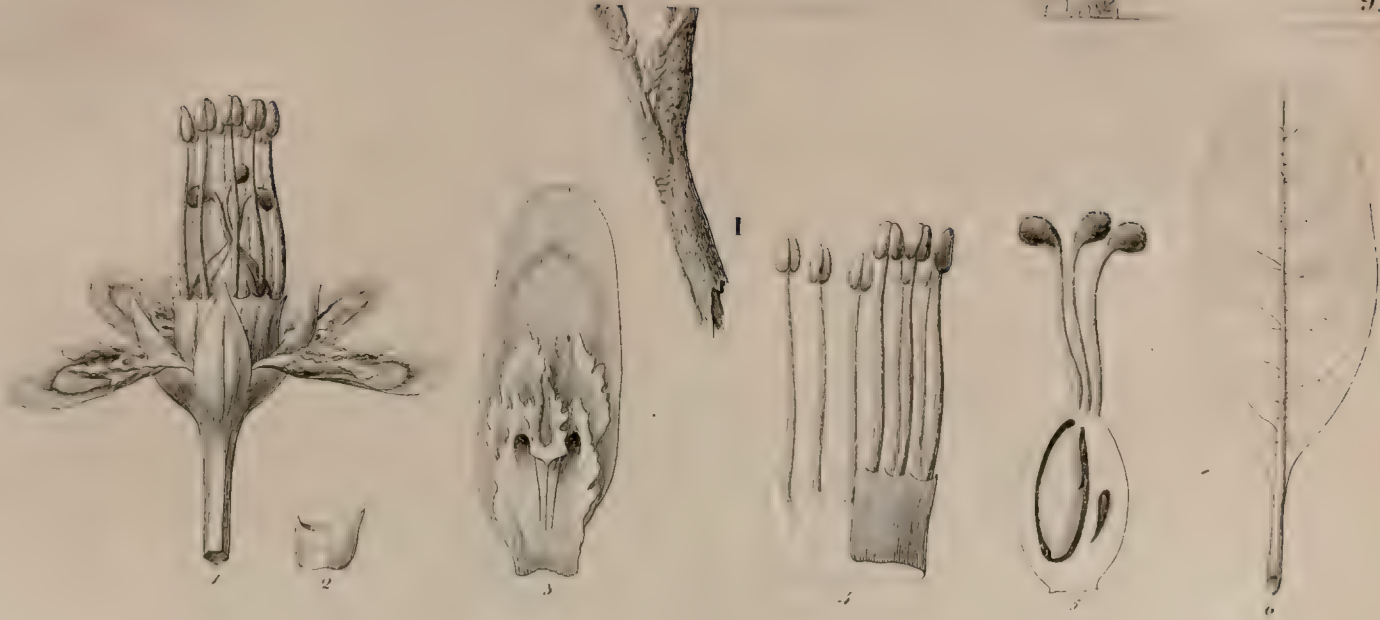
Abhandl. der mathem. physic. Klaſſe Bd. III.

Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.


I
II
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

ERYTHROXYLON macrocalyx.

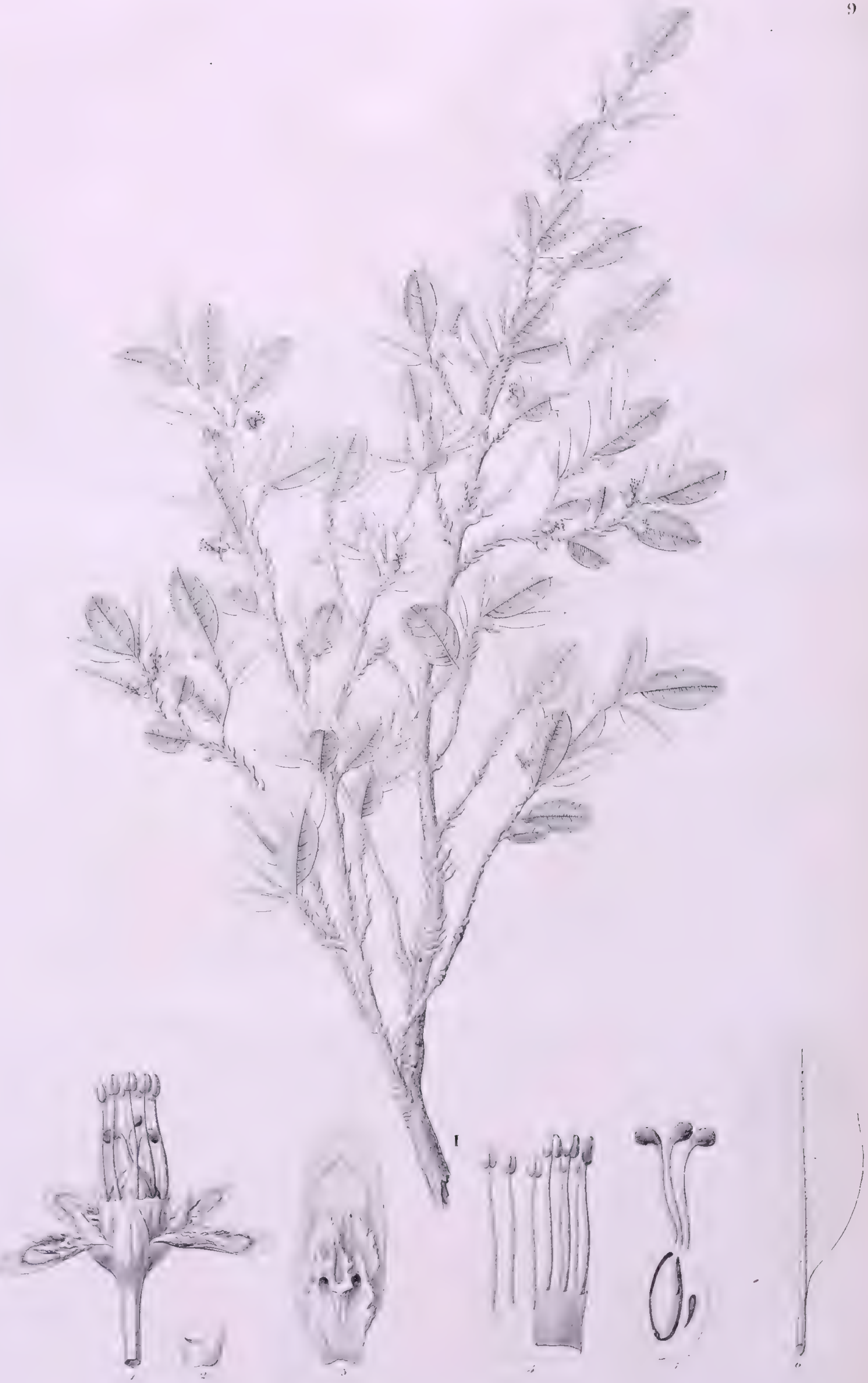
Abhandl. der mathem. physic. Klaſse Bd. III. *Zu Dr v. Martius Monogr. Erythroxyl.*



ERYTHROXYLON vacciniifolium.

Abhandl. der mathem. physic. Klasse Bd. III.

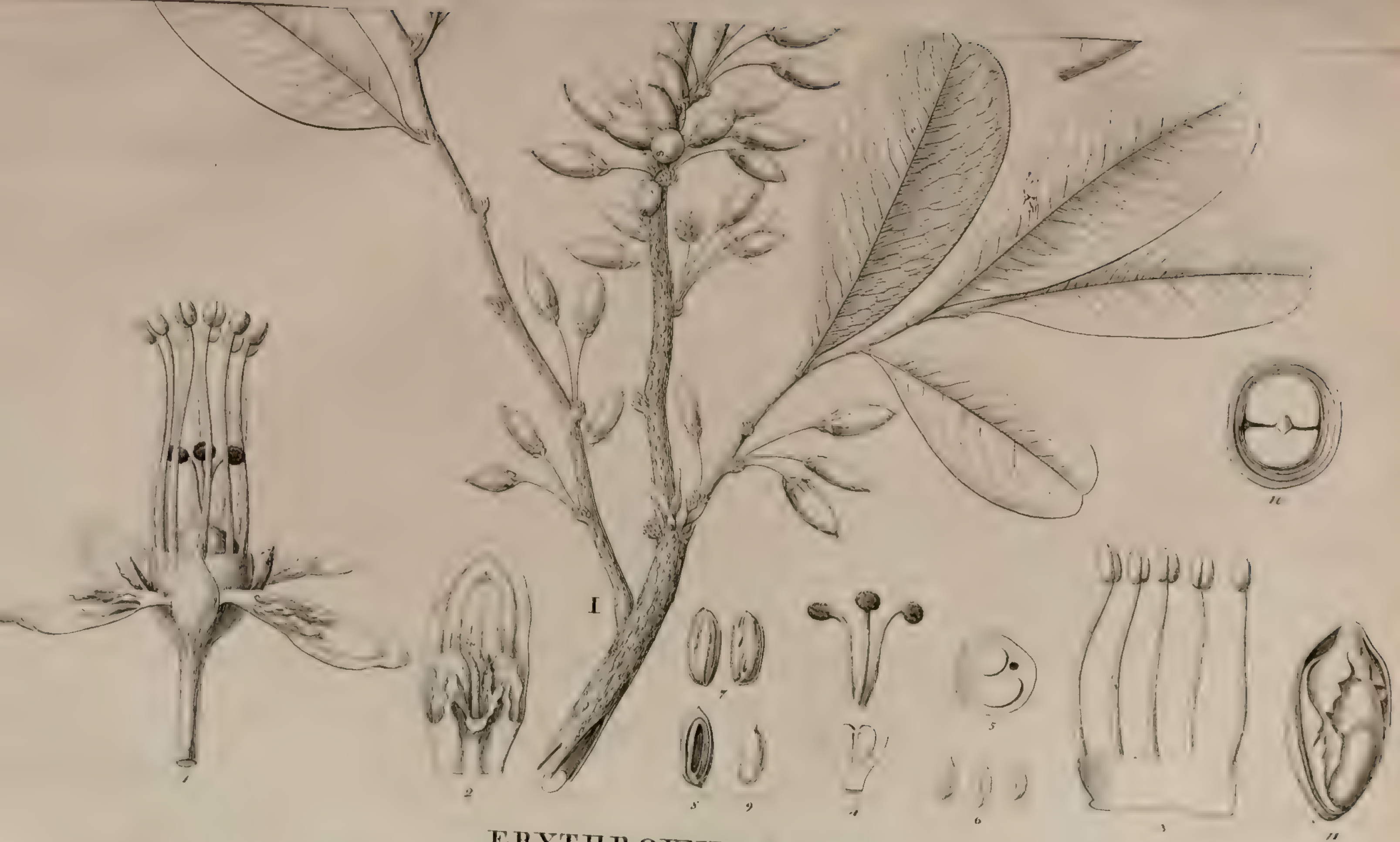
Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.



ERYTHROXYLON vacciniifolium.

Abhandl. der mathem. physic. Classe Bd. III.

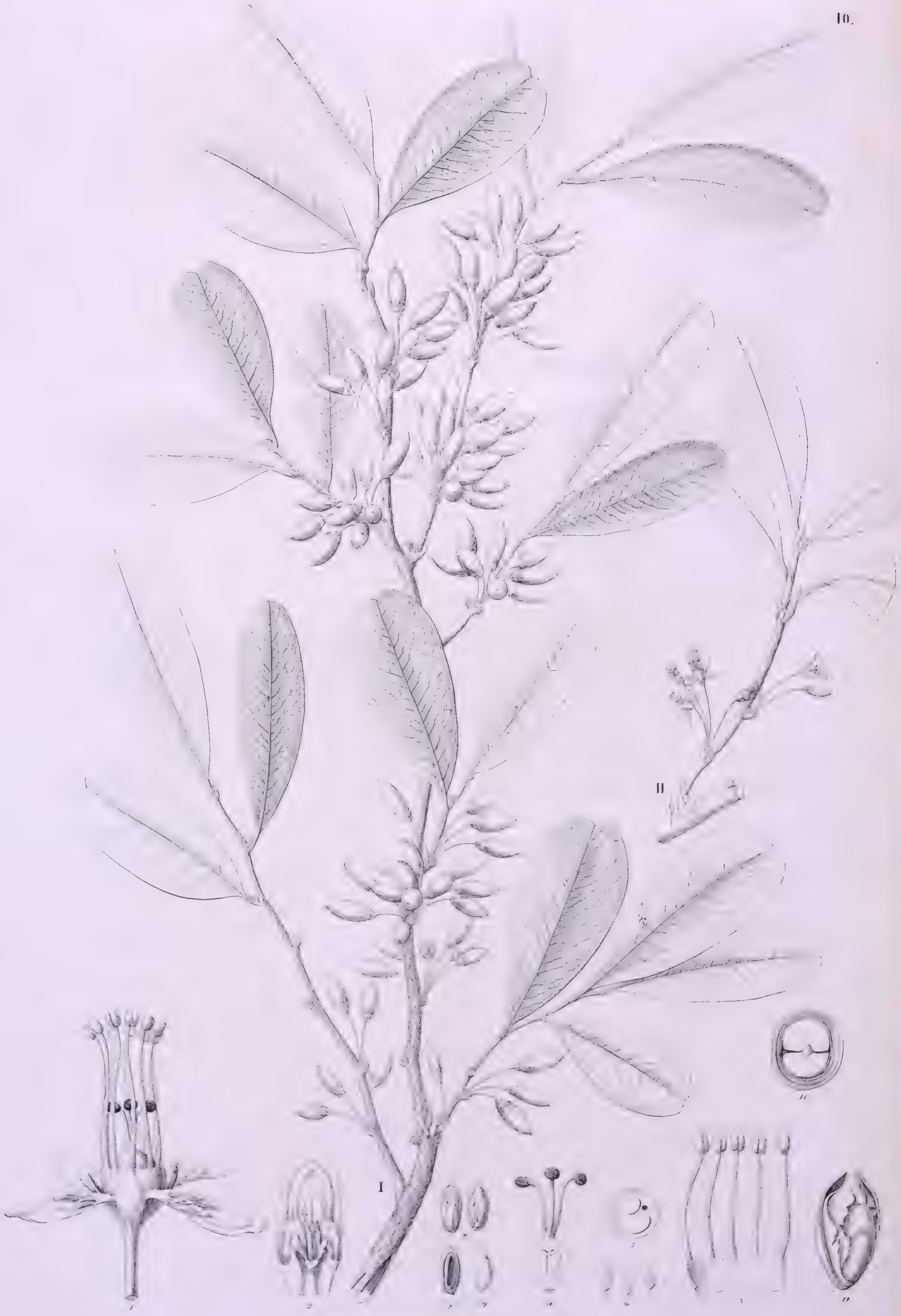
Zu Dr. v. Martius: Revis. Erythroxyl.


1
2
I
7
8
9
4
5
6
3
10
11

ERYTHROXYLON nitidum.

Abhandl. der mathem. physic. Klasse Bd. III.

Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.


I
II
1
2
3
9
4
6
5
11
11

ERYTHROXYLON nitidum.

Abhandl. der mathem. physic. Klasse Bd. III *Zu Dr. v. Martius Monogr. Erythroxyl.*

Vergleichende Darstellung
des
# inneren Baues der Haare

von

Dr. M. Erdl.

Vergleichende Darstellung des inneren Baues der Haare

von

Dr. M. Erdl.

Ich lege hiemit eine Reihe von Beobachtungen über die Struktur der Haare vor, wie ich solche seit längerer Zeit anstellte und durch fortwährende Untersuchungen zu möglichster Vollständigkeit zu bringen strebte. Zunächst beabsichtige ich vor der Hand blos eine Uebersicht über den Bau der Haare bei Menschen und Säugethieren, eine kurze Charakteristik der Haupttypen zu geben, dann später spezielle Darstellungen über den Unterschied im Baue der Haare nach Gattungen und Arten der Thiere nachfolgen zu lassen, und zuletzt mit einer historischen Zusammenstellung der bisherigen Leistungen in diesem Gebiete zu enden.

Ehe ich aber zum Hauptgegenstande übergehe, glaube ich darüber eine Erklärung schuldig zu seyn, auf welche Weise ich mir meine Objekte zur klaren Erkenntniss zu bringen suchte. Mit einem kleinen Oberhäuser'schen Mikroskope, das durch Klarheit der

Bilder, Stärke und Schärfe der Vergrösserungen und besonders dadurch sich auszeichnet, dass man opake Gegenstände selbst bei dreihundertmaliger Vergrösserung noch ganz vortrefflich untersuchen kann, betrachtete ich, wo es nur einigermassen möglich war, die Haare an ihrer äussern Oberfläche, dann auf ihrem Längen- und Querdurchschnitte. Dieser Untersuchungsweise stellen sich viele Hindernisse in den Weg: der starke Glanz, den die äussere Oberfläche der meisten Haare besitzt, spiegelt zu sehr, als dass man eine klare Anschauung ihrer Beschaffenheit gewinnen könnte. Dem abzuhelfen, konnte ich die gewöhnlichen Benetzungsmittel nicht gebrauchen, weil diese nass, die Haare aber fett sind, und dadurch der Glanz nicht aufgehoben wird: ich wählte daher reines Olivenöl, das meinen Erwartungen meistens völlig entsprach, oft aber auch, weil es die zarteren Theile zu durchsichtig macht, viel Beschwerde verursachte. Ein anderes Hinderniss ist die grosse Feinheit der meisten Haare, die es oft rein unmöglich, immer aber sehr beschwerlich macht, sich passende Längen- und Querdurchschnitte zu verschaffen; doch hierin hilft Geduld, die nach und nach dem Auge wie der Hand mehr Sicherheit verleiht, und meistens, wenn auch häufig auf sehr mühsamen Umwegen, zum Ziele führt.

Bau der Haare im Allgemeinen.

Die Haare überhaupt, beim Menschen sowohl, als bei den Säugethieren, sind aus Zellen zusammengesetzt, und aussen von einer epitheliumartigen Membran, die ebenfalls wieder aus Zellen besteht, umkleidet.

Für die äussere Form der Haare lässt sich kein bestimmter, allgemein gültiger Terminus finden: sie sind nicht cylindrisch, weil sie an der Basis oft breiter erscheinen, als an der Spitze, oder mit einer schmalen Basis beginnen, und gegen die Spitze hin sich sehr verbreitern und verdicken (z. B. Stichelhaare); sie sind aber auch keine Kegel, theils aus letzterem Grunde, theils weil sie oft in ihrer ganzen Länge bald dick, bald sehr dünn erscheinen (*Sorex*). Die meisten Haare sind nicht walzenrund (*Hystrix*), sondern bald auf einer, bald auf zwei oder mehreren Seiten eingedrückt und die Querdurchschnitte zeigen dann bald eine ovale (*Dasyprocta*), bald eine nierenförmige (*Camelopardalis*), bald eine viereckige (*Hystrix javanica*), bald eine unbestimmt eckige (*Auchenia*), oder eine zwischen diesen liegende, weniger auf eine bestimmte Figur reducirbare Form (*Hyrax*, *Lepus*, *Ursus*). Der äusseren Oberfläche nach sind sie eben (Mensch), oder uneben, indem sie Anschwellungen zeigen, die sich entweder blos zu leichten Querwülsten (*Sciurus*), oder zu Knoten (*Ursus*), oder zu sägezahnartigen Fortsätzen entwickeln, welche dann wieder entweder nur auf einer Seite (*Mygale*), oder auf zwei Seiten (*Pteropus*) hervortreten, und manchmal so gross werden, dass man sie mit allem Rechte dornartige Fortsätze nennen kann (*Vespertilio*). Manchmal laufen Längswülste über die ganze Oberfläche der Haare, so dass diese wie cannelirt aussehen (*Bradypus didactylus*).

Die Zellenmasse innerhalb des Epithelialüberzuges der Haare theilt sich meistens in zwei Substanzen: in Rinden- und Marksubstanz, welche sich theils an Farbe, Dichtigkeit, theils an Form und Grösse der Zellen bald mehr, bald weniger von einander unterscheiden. Oft sind sie von einander so markirt geschieden, dass die Rindensubstanz ein hohles Rohr darstellt, in dessen Raum die Marksubstanz nur als ziemlich von einander entfernte, quer oder schief liegende Scheidewände auftritt, welche den ganzen Raum des Rohres in viele kleinere Räume zelliger Gestalt abtheilen (*Erinaceus*), oder als schwammige, bald gross- bald kleinzellige Masse den ganzen Raum des Rohres gänzlich anfüllt, und entweder gleichmässig vertheilt *(Hystrix prehensilis)*, oder in bestimmte Partien gesondert ist *(Echidna)*. Ungeachtet aber ein solcher Unterschied beider Substanzen gleich beim ersten Anblicke in die Augen fällt und sich dadurch noch deutlicher herausstellt, dass die Marksubstanz immer weich bleibt, während die Rindensubstanz oft eine hornartige Härte gewinnt, so sind sie doch nur scheinbar isolirt und bei genauer Untersuchung ergiebt sich jedesmal, dass die Scheidewände der peripherischen Zellen der Marksubstanz sich nicht blos an die Rindensubstanz inseriren, sondern in diese übergehen und durch Abgeben seitlicher Lamellen sich in ihr verzweigen. Oft ist dieser Uebergang sehr deutlich, und die eine Substanz geht aus der andern hervor, indem aus den kleinen Zellen der Rindensubstanz entweder auf einmal *(Moschus)*, oder nach und nach grössere Zellen werden. Die für die Marksubstanz bestimmte Höhle harmonirt entweder mit der äussern Form des Rindencylinders *(Felis)*, oder sie ist mehr oder weniger anders gestaltet, indem die Rindensubstanz der ganzen Länge des Haares nach von zwei Seiten her sich auf Kosten der Marksubstanz verdickt *(Camelus)*, oder bald mehr wulstige *(Sus)*, bald mehr lamellenartige Fortsätze und Scheidewände *(Hystrix cristata)* in sie hineinsenkt. Manchmal scheint die Rindensubstanz ganz zu fehlen *(Cervus capreolus)*, manchmal aber keine Marksubstanz vorhanden zu seyn (Kopfhaar des Menschen); letztere fehlt immer in den Spitzen aller Haare. — In der Regel sind die Zellen der Rindensubstanz kleiner, manchmal aber eben so gross *(Bos Bison)*, wie in der Marksubstanz. Die Form der Zellen ist entweder in beiden Substanzen dieselbe *(Moschus)*, oder verschieden; und zwar in der Weise, dass die der Rindensubstanz vorzugsweise nach zwei Richtungen (in die Länge), die in der Marksubstanz aber nach mehreren (zur rundlichen Form strebend) sich ausdehnen, oder die Markzellen dehnen sich ebenfalls in die Länge, aber so, dass ihr Längendurchmesser in die Queraxe, der Längendurchmesser der Rindenzellen aber in die Längenaxe des Haares fällt.

Verschiedenheit der Struktur der Haare beim Menschen und bei den Ordnungen und Familien der Säugthiere.

I. Die Haare des Menschen sind an den verschiedenen Regionen des Leibes, an denen sie vorkommen, nicht von einerlei Struktur, sondern weichen darin bedeutend von einander ab. Sie zerfallen zunächst in zwei Reihen, von denen die einen nur Epithelium und Rindensubstanz, die andern aber zu diesen auch noch Marksubstanz besitzen: erstere sind die Kopfhaare, letztere Barthaare, Cilien, Augenbraunen, Nasen-, Achsel- und Schamhaare.

Das Haupthaar hat immer einen sehr deutlichen Epithelialüberzug, welcher aus Zellen von verschiedener Grösse zusammengesetzt ist (Tab. 1. fig. 1.). Die einzelnen Zellen sind drei-, vier-, sechseckig, bald runder, bald sehr in die Länge gezogen, bald ansehnlich gross, bald sehr klein und scheinen, eben dieser Verschiedenheit wegen, in keiner besonderen Ordnung aneinandergereiht auf dem Haare sich zu vertheilen. Unter diesem Epithelium liegt die Rindensubstanz; sie ist immer mit dem, dem Haare jedesmal eigenen Pigmente durchdrungen und scheinbar aus Fasern zusammengewebt, die geschlängelt von der Basis zur Spitze laufen, sich oft spalten, etwas auseinander weichen und kleine, schmale, langgezogene Zwischenräume bilden. Da aber eine Faser ein Primitivgebilde, und diess nicht mehr theilbar ist *), so dürften wohl diese Faden der Rindensubstanz keine Fasern, sondern Faserbündel seyn; als solche müssten sie aber aus Fasern zusammengesetzt erscheinen, was ich hier auch bei der stärksten und klarsten Vergrösserung und bei der verschiedensten Beleuchtung niemals sehen konnte. Theils dieser Umstand, theils die folgenden Untersuchungen der Thierhaare scheinen dafür zu sprechen, dass man an der Rindensubstanz der Haare keine Fasern, sondern nur Zellen zu sehen hat, und die scheinbaren Fasern wären dann nur Wandungen oder Scheidewände, die langgezogenen Spalten aber zwischen ihnen die Zellenräume (Tab. 1. fig. 2. stellt die Rindensubstanz eines mit Oel befeuchteten Haares dar). Der Querdurchschnitt des Haupthaares ist länglich rund, manchmal etwas nierenförmig, zeigt an der Peripherie wieder den Epithelialüberzug und innerhalb diesem die Rindensubstanz, die sich aus sehr kleinen, rundlichen, mit dicken Wandungen versehenen Zellenräumen zusammengesetzt darstellt. Die Zellenräume bleiben sich an Grösse durchaus nicht gleich: über den grösseren liegen oft so kleine zerstreut, dass sie bei sechshundertmaliger Vergrösserung erst wie höchst feine Pünktchen erscheinen (Tab. 1. fig. 3.). Ich habe Kopfhaare der verschiedensten Farbe, von männlichen und weiblichen Individuen, von Embryonen, Neugebornen, Kindern, Erwachsenen und Greisen untersucht, fand aber in ihnen niemals, weder an der Zwiebel, noch an einem der Spitze näher gerückten Theile Marksubstanz, traf diese jedoch immer in den von andern Regionen des Leibes genommenen Haaren. **)

---

*) Eine Regel, von der bis jetzt nur eine Ausnahme bekannt ist, nämlich die Fasern der Stimmritzenbänder.

**) Für die Kopfhaare gilt diese Regel ganz, in so ferne man darunter nur die eigentlichen feinen versteht; unter diesen finden sich aber oft dickere, steife Haare, in welchen meistens eine deutliche Markröhre zu erkennen ist.

Letztere, z. B. Barthaare, haben denselben Epithelialüberzug, dieselbe Rindensubstanz, wie die Kopfhaare, sie sind aber nicht, wie diese solid, sondern enthalten eine von der Zwiebel bis gegen die Spitze sich erstreckende Röhre, in welcher Marksubstanz liegt. Die ganze Marksubstanz ist oft nur halb so dick, als die sie umschliessende Rindensubstanz, oft noch viel schmäler, wie in den Schamhaaren (Tab. I. fig. 6.), ihre äussere Form harmonirt in den Barthaaren (Tab. I. fig. 4. 5.) mit der äusseren Form des ganzen Haares, oder ändert sich und wird runder (Tab. 1. fig. 6.). Sie besteht aus Zellenräumen, welche vielmals grösser sind, als die in der Rindensubstanz, sich nicht wie diese in die Länge ziehen, an Grösse und Form sehr von einander abweichen, bald rund, bald vier-, fünf- und sechseckig erscheinen. Die sie von einander trennenden Scheidewände liegen theils nach dem Quer-, theils nach dem Längendurchmesser des Haares, sind weiss, dick, selbst wieder viele kleine Zellen enthaltend und daher von schwammigem Ansehen. Sie inseriren sich an der Rindensubstanz, und ragen von da bald mehr, bald weniger weit in die Markröhre hinein, wovon man sich besonders deutlich an sehr feinen Querdurchschnitten überzeugen kann (Tab. I. fig. 4. und 5.).

Zum Vergleiche mit Vorigem, zugleich aber auch zu zeigen, wie die Zellen der Rindensubstanz, indem sie breiter werden, schon mehr das Ansehen von Zellen gewinnen, und das Vorhandenseyn einer faserigen Struktur unwahrscheinlicher wird, habe ich in Tab. I. fig. 7. und 8. Quer- und Längendurchschnitt des Tasthaares von *Lepus timidus* dargestellt.

So wie am menschlichen Leibe die Haare in der Regel Epithelium, Rinden- und Marksubstanz erkennen lassen und blos die Kopfhaare der Marksubstanz entbehren, so ist es auch bei den Thieren, ihren Ordnungen, Familien und Arten gewöhnlich, die drei Bestandtheile wiederzufinden, und nur in sehr seltenen Fällen vermisst man den innersten. Manchmal ist Rinden- und Marksubstanz nicht streng von einander geschieden, und letztere liegt bald in grösseren, bald in kleineren Partien, die meistens mit einander nicht zusammenhängen, durch die ganze Rindensubstanz zerstreut.

II. Die Haare der Affen*) stimmen darin überein, dass ihnen die drei oben genannten Bestandtheile jedesmal zukommen; die Struktur der einzelnen Substanzen, und ihr gegenseitiges Verhältniss wechselt bedeutend. Der Epithelialüberzug gleicht sehr dem des menschlichen Haares und bleibt derselbe bei allen Affen, die ich bis jetzt untersuchte; die Rindensubstanz hat dickere, aber nicht so lang gezogene Zellenräume, wie beim Menschen, und dicke Scheidewände. Als Repräsentanten der Hauptformen wählte ich *Gastrimargus (Lagothrix) olivaceus* (Tab. I. fig. 9.), *Cynocephalus Maimon* (Tab. I. fig. 11. und 12.) und *Lemur Mongoz*. Bei ersterem ist die Rindensubstanz aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt und behauptet an Masse ein grosses Uebergewicht über die Marksubstanz. Diese liegt in einer engen Röhre der vorigen, zeigt kleine, rundliche, in einer Reihe hinter einander stehende Zellenräume, welche meistens bald mehr, bald weniger in einander fliessen und nur selten isolirt auftreten. Die Scheidewände sind daher sehr klein, und reichen selten bis in die Mitte der Markröhre; verschliessen aber ihr Lumen nur dann, wenn isolirte Zellenräume sich finden. Das Verhältniss zwischen Rinden- und Marksubstanz tritt oft noch greller hervor, indem letztere so klein wird, dass man sie bei mit Oel befeuchteten Haaren nicht mehr von aussen wahrzunehmen vermag, und ihrer erst auf Querdurchschnitten ansichtig wird, wie bei *Simia Satyrus* (Tab. 1. fig. 10.). Dieser Durchschnitt ist vom Haare eines jungen Orang, die Rindenzellen sind ungewöhnlich gross, die Rindensubstanz sehr dick, die Markröhre aber sehr enge und hat im Diameter etwa nur das Doppelte des Diameters einer Rindenzelle.

---

*) Ich nehme die Thiere in der Reihenfolge durch, in welcher sie G. H. v. Schubert in seiner Geschichte der Natur Bd. III. zusammengestellt hat.

Ganz anders verhält sich das Haar des zweiten Repräsentanten. Schon die Zellenräume in der Rindensubstanz sind deutlicher, dicker, wechseln aber sehr an Grösse, so dass zwischen sehr ansehnlichen sich ganz kleine finden. Die Markröhre hat immer wenigstens denselben Durchmesser, wie die Rindensubstanz, wo nicht einen grössern, und ist durch quere, dicke Scheidewände in schmale Zellenräume abgetheilt, welche öfters isolirt sind, meistens aber schmelzen ihrer zwei bis sechs von ihrem mittleren Theile aus bald in grösserer, bald in geringerer Ausdehnung, nie aber so weit mit einander zusammen, dass ihre an die Rindensubstanz grenzenden Enden (Peripherie) nicht mehr deutlich sichtbar bleiben. Der Querdurchschnitt (fig. 12.) ist rundlicher als bei den Affen mit kleiner Markröhre in den Haaren und zeigt sehr deutlich die grossen und kleinen Zellen der Rindensubstanz; die Form der Markröhre harmonirt mit der Form des ganzen Haares, während bei obigen der Querdurchschnitt oval, die Markröhre aber kreisrund erscheint. Die Scheidewände der Markzellen zeigen auf dem Querdurchschnitte ein schwammiges Ansehen. — Die Haare von *Lemur Mongoz* und *Stenops gracilis* besitzen ein deutliches, in zwei sich kreuzende Spiralen geordnetes Epithelium, sind an den Rändern meistens stumpfzahnig, und haben ziemlich wenig Rindensubstanz. Die Marksubstanz zeigt meistens länglich-viereckige Zellen, die durch bald dickere, bald dünnere Scheidewände getrennt, häufig auch theilweise in einander fliessen. An den dicken Haaren von *Lemur* scheint die Markröhre, wie bei einigen Nagern, sich in einer Spirale durch die Rindensubstanz hindurchzuwinden.

III. Die Haare der **Fledermäuse** zeichnen sich sehr von den bisherigen dadurch aus, dass sie flach gedrückt sind und an den beiden Rändern eine Auszähnelung besitzen, welche bei *Pteropus edulis* (Tab. I. fig. 13.) vollkommen sägenartig ist, bei *Vespertilio noctula* (Tab. I. fig. 14.) aber in Dornenbildung übergeht. Bei *Pteropus* ist das Epithelium auf der Oberfläche der Haare sehr regelmässig gebaut und die einzelnen Zellen desselben scheinen in zwei gegen einander gewundenen Spiralen angeordnet zu sein, welche sich eben so oft x-förmig durchkreuzen, als Paare gegenüberstehender Sägezähne an den Haarrändern sich bemerkbar machen. Die Rindensubstanz ist sehr schwer zu untersuchen, ihre Zellenräume scheinen ungewöhnlich schmal zu seyn; ihr Verhältniss zur Marksubstanz ist ziemlich dasselbe, wie bei *Gastrimargus*. Die kleine Markröhre ist in runde Zellen abgetheilt, welche theils durch dicke Scheidewände von einander getrennt werden, theils aber ineinander fliessen. Viel schwieriger noch sind die Haare von *Vespertilio* zu untersuchen; das Epithelium scheint ebenfalls in zwei in entgegengesetzten Richtungen laufende Spiralen construirt zu seyn, die Rindensubstanz ist mir niemals klar geworden, und von Marksubstanz traf ich nie eine Spur.

IV. Bei den **Insectivoren** sind die drei Bestandtheile der Haare wieder recht deutlich ausgeprägt, besonders reichlich tritt hier die Marksubstanz auf, welche meistens in langen, schmalen, quer liegenden Zellen von ziemlich dicken Scheidewänden getrennt, und nur selten in einander fliessend sich zeigt. Zellenräume und Scheidewände sind meistens sehr regelmässig gross und von einander gleichweit entfernt, so dass diese Haare durch besondere Zierlichkeit sich auszeichnen. Sie sind meistens sehr flachgedrückt, an den Rändern wellenförmig oder sägenartig gezahnt, ungleich dick, indem sie in ihrer ganzen Länge vom Bulbus bis an die Spitze 3—6 Einschnürungen erleiden, die sie oft bis auf mehr, denn die Hälfte ihres ursprünglichen Diameters reduziren.

Bei *Myogale moscovitica* sind die Wollhaare meistens, die feineren Theile der Stichelhaare immer nur auf einer Seite der Oberfläche mit sägenartigen Zähnen versehen, welche in der Regel gleich gross sind, und gleich weit von einander abstehen. *) An dem dickeren, kolbigen Theile der Stichelhaare werden die Zähne immer kleiner, immer mehr von einander entfernt, und verschwinden dann fast gänzlich. **) — In den Wollhaaren ist die Struktur der Rindensubstanz wohl nicht zu erkennen; sie sind hiefür zu fein, die Marksubstanz aber ist verhältnissmässig sehr gross, aus ringförmigen, regelmässigen, sich an einander reihenden Zellenräumen mit einem hellen, runden Flecken in der Mitte (Zellenwand) zusammengesetzt (Tab. I. fig. 16.). An dem Stichelhaare sind die nicht besonders feinen Rindenzellen leicht zu erkennen, sind kleiner im unteren schmalen, grösser im oberen kolbigen Theile desselben. Die Marksubstanz ist im schmalen Theile sehr über die Rindensubstanz überwiegend, in länglich-viereckige Zellen mit dicken Scheidewänden getheilt. Je mehr das Stichelhaar nach oben anschwillt, desto mehr nimmt es an Rindensubstanz zu; die Markröhre erweitert sich nur sehr wenig, aber ihre Zellen verändern sich bedeutend ***). Sie werden schmäler, unregelmässiger, liegen, da auch ihre Scheidewände viel schmäler geworden, enger aufeinander, reichen oft nicht von einem Ende der Markröhre zum andern, und theilen sich in mehrere kleine, während anderseits manchmal 2 — 3 von den grossen Querzellen mit einander verschmelzen. Im oberen Theile der kolbigen Anschwellung lösen sich die Querzellen häufiger in kleinere, rundliche Zellen auf, und scheinen nach und nach gänzlich zu verschwinden, so dass dann der oberste Theil des Kolbens blos aus Rindensubstanz und Epithelium besteht. Der Querdurchschnitt dieses Theiles (Tab. I. fig. 18.) ist sehr schmal, von zwei Seiten zusammengedrückt, zeigt keine Marksubstanz, sondern blos grössere und kleinere Rindenzellen, wie sie auch in andern Partien des Stichelhaares vorkommen.

---

*) Tab. I. fig. 15.

**) Tab. I. fig. 17.

***) Tab. I. fig. 17.

Die Haare von *Talpa europaea* dienen wohl am besten als Typus für die Spitzmäuse und die diesen zunächst stehenden Gattungen; die drei Substanzen sind jedesmal sehr ausgebildet vorhanden, die Rindensubstanz feinzellig, und im Verhältniss zur Marksubstanz wenig, letztere aber sehr überwiegend. Die Markröhre ist in den Wollhaaren (Tab. I. fig. 20.) in bald mehr viereckige, bald mehr runde Zellen mit dicken Scheidewänden getheilt. Die Zellen im dickeren Theile der Stichelhaare sind schmal, und meistens so lange, als die Markröhre breit; manchmal aber sind sie kürzer, und dann liegen mehrere kleine neben einander (Tab. I. fig. 19.). Die Scheidewände zwischen den einzelnen Zellen sind viel dicker, als in den entsprechenden Theilen bei *Myogale*. In der äusseren Form weichen diese Haare von den vorigen darin ab, dass die sägenartige Auszähnelung der Ränder der Wollhaare sich meistens nicht auf eine Seite beschränkt, sondern auf beiden, obwohl öfters mehr entwickelt auf der einen als auf der andern, erscheint. Die Stichelhaare haben nur an ihrem dünnsten Theile Zähne, welche am kolbigen Ende nicht mehr zu sehen sind. Stichel- und vorzugsweise Wollhaare dieser Thiere sehen sehr zart und knotig aus bei ihrem Hervortreten aus der Haut, die Knoten werden im weiteren Verlaufe zu Zähnen, an den Spitzen der Wollhaare zu wellenförmigen Erhabenheiten. Merkwürdig sind die Veränderungen des Querdurchmessers dieser Haare: sie sind beim Hervortreten aus der Haut sehr dünn und schmal, verbreiten sich dann allmählig bis zu einem gewissen Grad, werden dann nach und nach wieder so schmal, als sie ursprünglich waren, verbreitern sich dann wieder, und wechseln so manchmal sechs- bis siebenmal ihre Dimensionen.

Die Stacheln der Igel habe ich schon früher ausführlich bearbeitet und eine kleine Abhandlung darüber nebst vielen Zeichnungen in A. Wagner's Fortsetzung des Schreber'schen Säugthierwerkes niedergelegt. Ich machte schon dort aufmerksam, wie man im Stande sey, die einzelnen Arten der Gattung *Erinaceus* nach dem inneren Bau der Stacheln leicht zu unterscheiden, und theilte die mir bis jetzt vorgekommenen Igelstacheln in zwei Haupttypen, deren einer von *Erinaceus europaeus*, der andere von *Erinaceus aethiopicus* repräsentirt wird.

Diese Stacheln unterscheiden sich überhaupt nicht wesentlich von dem Baue der Haare im Allgemeinen; dieselben Substanzen finden sich auch in ihnen wieder. Das Epithelium ist sehr entwickelt, die Rindensubstanz aus schmalen, langen Zellen zusammengesetzt und von hornartiger Härte; die Markröhre ist sehr geräumig, enthält zweierlei Zellen, sehr grosse und sehr kleine, von denen letztere als eine Art innerer, weicher Rindensubstanz sich an die innere Oberfläche der äusseren harten überall anlegen, erstere aber in der Mitte der Markröhre sich befinden.

Bei *Erinaceus europaeus* sind die Zellen in der Markröhre sehr gross, unregelmässig, eckig, unter sich ungleich, fast immer länglich; die Scheidewände sind dicke Lamellen, welche bald gerade, bald schief nach auf- oder abwärts über das Lumen der Markröhre sich legen. Diese Scheidewände erscheinen nur selten als einfache Lamellen, sie spalten sich meistens in der Mitte der Markröhre oder mehr gegen ihre Peripherie hin in zwei oder mehrere Blätter, welche entweder isolirt, oder mit ihnen entgegenkommenden Blättern anderer Lamellen verschmelzend zur inneren, weichen Rindensubstanz laufen. Hier angelangt, spaltet sich jedes Blatt gabelförmig in zwei Blättchen, welche sich alsbald selbst wieder gabelförmig theilen, kleine, seitliche Lamellen treiben, und mit diesen sich unter einander zu einer zelligen Masse verbinden, welche eben die innere Rindensubstanz ist (Tab. I. fig. 21. Längendurchschnitt).

Im Längendurchschnitt von *Erinaceus aethiopicus* (Tab. I. fig. 22.) sehen die Zellen in der Markröhre ganz anders aus. Die Scheidewände sind ziemlich dicke, in regelmässigen Distanzen vertheilte, einander parallel laufende Lamellen, welche quer über das Lumen der Markröhre gelegt, dieselbe in viele gleich-grosse, länglich-viereckige Zellen theilen. Jede solche Lamelle spaltet sich an ihrer Peripherie in drei Blättchen (manchmal auch in zwei), welche wie die entsprechenden Theile der vorigen Art sich unter einander zu einer zelligen Masse vereinigen, die innerhalb der eigentlichen Rindensubstanz des Stachels eine zweite, weiche Rindensubstanz formirt. An der äusseren Oberfläche dieser Stacheln erkennt man Reihen hinter einander stehender Wärzchen, und wo diese liegen, da zeigen sich auch inwendig in der weichen Rindensubstanz Grübchen, welche immer in der Mitte einer Querzelle zu liegen kommen, und viel zur eigenthümlichen Zierlichkeit dieser Gebilde beitragen.

Die Borsten von *Centetes* besitzen auf ihrer glatten, äusseren Oberfläche ein schönes und sehr leicht wahrnehmbares Epithelium aus verschiedeneckigen, an Grösse sich ziemlich gleich bleibenden Zellen. *) Die Zellen der Rindensubstanz sind klein, kurz, ihre

---

*) Tab. 1. fig. 23.

Scheidewände aber sehr dick. Die Markröhre ist in Querzellen von verschiedenen Dimensionen getheilt, indem die Scheidewände meistens mit dem Querdurchmesser der Röhre parallel laufen, bald gleich weit von einander abstehen, bald sich mehr nähern oder mehr entfernen, bald einfache Lamellen darstellen, bald sich in ihrem Centrum oder näher der Peripherie in mehrere an die Rindensubstanz sich inserirende Blätter spalten (Tab. I. fig. 24.). Die Scheidewände selbst sind sehr dick und ihres feinzelligen Baues wegen von schwammigem Ansehen.

V. Die Verschiedenheiten im Baue der Haare der Sohlengänger sind so gross, dass man, ausser den allen Thierhaaren zukommenden Eigenschaften, wenig dieser Familie eigenthümlich Allgemeines sagen kann. Das einzige nur mit wenigen Ausnahmen auftretende Moment scheint zu seyn, dass die Rindensubstanz über die Marksubstanz sehr überwiegend ist.

Die Wollhaare von *Nasua socialis* zeigen sich an den Rändern sehr fein wellenförmig gestaltet und scheinen, wie bei ***Pteropus edulis***, von einem in zwei sich kreuzenden Spiralen gelagertem Epithelium umkleidet zu werden (Tab. I. fig. 27.). Die Rindensubstanz ist sehr dick; ihre Struktur erkannte ich niemals deutlich. Die Marksubstanz liegt wie ein ziemlich schmaler Faden in der Mitte der vorigen, nimmt manchmal an Dicke etwas zu, manchmal aber verschmälert sie sich bedeutend und erscheint hie und da wie abgerissen. Die dickeren Haare (Tab. I. fig. 25.) besitzen ganze Ränder, ebenfalls sehr viel Rindensubstanz mit grossen Zellen und wenig Marksubstanz. Letztere ist aus bald mehr viereckigen, bald mehr linearen oder rundlichen, jedesmal schief stehenden Zellen zusammengesetzt, welche häufig von dünnen Scheidewänden getrennt allein stehen, oft aber auch bald mehr, bald weniger mit einander verschmelzen. Der Querdurchschnitt (Tab. I. fig. 26.) ist oval, zeigt die grossen Zellen der Rindensubstanz und das Verhältniss dieser zur Marksubstanz sehr deutlich.

Bei *Ursus* sind die stets sehr eckigen, nicht bedeutend verlängerten Epithelialzellen nicht in deutlichen Spiralen, sondern wie gewöhnlich vertheilt; die Marksubstanz ist reichlicher, als bei der vorigen Gattung, ihre Zellen liegen mit der Querachse der Markröhre parallel.

In den dicken Haaren von *Ursus maritimus* (Tab. I. fig. 28.) ist der Durchmesser der Rindensubstanz ungefähr eben so gross, wie der der Marksubstanz; ihre Zellen lassen, von aussen betrachtet, nichts Besonderes erkennen, auf dem unregelmässig ovalen Querdurchschnitte aber (Tab. I. fig. 29.) erscheinen sie ungewöhnlich lang gezogen. Die Marksubstanz enthält grosse Querzellen, die aus kleineren, rundlichen Zellen zusammengesetzt zu seyn scheinen, theils häufig ineinander fliessen, theils durch dicke Scheidewände von einander getrennt werden. Oefters sind die Zellen nur halb so lang, als das Lumen der Röhre breit, meistens aber eben so lang, als dessen Querdurchmesser.

In den feineren Haaren von *Ursus Arctos* (Tab. I. fig. 30.) ist die Marksubstanz noch reichlicher vorhanden, und übertrifft den Durchmesser der Rindensubstanz um Vieles. Sie ist aus länglichen, schmalen Querzellen zusammengefügt, welche meistens so sehr mit einander verschmelzen, dass man sie von aussen nicht mehr unterscheiden kann und die ganze Markröhre mit einer homogenen, undurchsichtigen Masse erfüllt zu seyn scheint. An den Rändern des Haares sieht man (von aussen) knotige Anschwellungen, welche aber nicht blos auf die Ränder sich beschränken, sondern als wulstige Erhabenheiten rings um die Haaroberfläche laufen, nicht immer gleich weit von einander entfernt liegen, und öfters vom Querdurchmesser des Haares abweichend schief laufen.

Die Haare von *Meles vulgaris,* wenigstens die feineren, zeichnen sich durch ihr Epithelium aus (Tab. I. fig. 31.). Die Zellen desselben sind länglich, schuppenförmig, wie Dachziegel, untereinander geschoben und an den Rändern des Haares etwas hervorragend, so dass diese uneben werden. Die Rindensubstanz enthält bedeutend grosse, und unter diesen wieder sehr kleine Zellen, die beide von aussen betrachtet ziemlich lang und schmal, auf dem nierenförmigen Querdurchschnitte (Tab. I. fig. 32.) aber bald rundlich, bald viereckig, bald langgezogen erscheinen. Die Marksubstanz ist an manchen Stellen, besonders der feineren Haare, sehr gering, und besteht aus länglich-runden, meistens hinter einander stehenden und in einander fliessenden Zellen, die nur manchmal, wie es scheint nicht auf normale Weise, durch grosse Intervallen von einander getrennt liegen.

VI. Die Haare von *Gulo* reihen sich nur wenig an vorige, mehr an die der eigentlichen Raubthiere, und können füglich als Uebergangsform dienen. Die Raubthiere haben häufig an beiden Seiten sägenartig gezähnelte, oft aber auch ganz glattrandige Haare, deren Querdurchschnitt mehr rund als oval. Die Marksubstanz ist fast immer sehr reichlich und die Rindensubstanz an Durchmesser weit überwiegend vorhanden; manchmal aber zeigen hierin selbst nahe verwandte Arten einer Gattung ganz entgegengesetzte Verhältnisse. So besitzen die Haare von *Felis Tigris* (Tab. I. fig. 33. und 34.) dicke Rinden- und ziemlich viele Marksubstanz, die Haare von *Felis catus* sehr viel Mark- und wenig Rindensubstanz (Tab. I. et II. fig. 35—37.). Die Tigerhaare sind an ihrer ganzen Oberfläche glatt und eben, Epithelium und Rindensubstanz zeigen nichts Besonderes. Die Marksubstanz besteht aus Querzellen, welche dicker und manchmal isolirt stehen in den Wollhaaren, in den Stichelhaaren aber lang, schmal, gedrängt aufeinander liegen, und fast immer bis an ihre Ränder mit einander verschmelzen. Die Ränder bleiben isolirt, und ragen an den Seiten der Marksubstanz als kleine zahnartige Fortsätze gegen die Rindensubstanz. Mit letzterer Beschreibung harmoniren die Stichelhaare von *Felis catus* ebenfalls, weichen aber darin ab, dass die Marksubstanz überhaupt um sehr vieles dicker ist, als die Rindensubstanz, was wieder am deutlichsten im Querdurchschnitte (Tab. II. fig. 37.) zu sehen ist. Die Wollhaare der Katze weichen aber gänzlich von denen des Tigers ab, und nähern sich denen der Hunde. Sie haben sägenartig gezahnte Ränder, wenig Rinden- und viel Marksubstanz. Diese (Tab. I. fig. 35.) ist aus eigenthümlichen, bald mehr viereckigen, bald mehr runden Zellen zusammengesetzt, welche, von dicken Scheidewänden getrennt, meistens regelmässig hinter einander liegen, an ihrer Peripherie undurchsichtig sind, in ihrer Mitte aber einen sehr durchsichtigen, rundlichen Punkt besitzen, welcher nur selten fehlt.

An letztere Form der Wollhaare reihen sich nun die Mustelen, *Cercoleptes* und die Hunde, welche nur durch kleinere Unterschiede im Zellenbaue der Markröhre sich trennen. Bei *Canis (vulpes)* ist auch die Figur des Querdurchschnittes (Tab. II. fig. 38.) eine andere, nämlich mehr kreisrund. Bei *Viverra* und *Lutra* finden ebenfalls mehr äussere Unterschiede statt, die ich erst bei den späteren, speziellen Abhandlungen aufführen werde.

Die Haare der Hyäne *(H. striata)* weichen sehr bedeutend von den obigen ab. Sie zeigen immer ganze Ränder, ein feines, unregelmässiges Epithelium, wenig Marksubstanz in den Wollhaaren, wo sie fast nur fadenförmig, aus länglichen, nach der Länge des Haares, aber nicht ganz mit dem Längendurchmesser desselben parallel, sondern etwas schief liegenden, und fast immer mit einander verschmelzenden Zellen besteht (Tab. II. fig. 39.). In den dicken Haaren ist der Durchmesser der Marksubstanz grösser, als der der Rindensubstanz; letztere ist aus ziemlich feinen, nicht sehr langen, bald grösseren, bald kleineren und runderen Zellen zusammengesetzt; der Bau der Marksubstanz ist mir aber bis jetzt noch verborgen geblieben: sie sieht wie eine ganz homogene, undurchsichtige Masse aus. Der Querdurchschnitt (Fig. 40.) gleicht einem etwas abgerundeten, länglichen Vierecke.

VII. Sehr eigenthümlich construirt sind die Haare der *Phoca (annellata)*. Rinden- und Marksubstanz sind nicht zu unterscheiden; das ganze Haar besteht innerhalb des gewöhnlich aussehenden Epitheliums aus einem Gefüge von grösseren und kleineren Zellen, die untereinander gestreut liegen. Die grösseren Zellen gleichen wohl den gewöhnlichen Rindenzellen, sind aber viel breiter, als diese; die kleinen Zellen sind nur selten lang gezogen, meistens rund (Tab. II. fig. 41.). Das ganze Haar ist sehr flach gedrückt, so dass der Querdurchschnitt (fig. 42. und 43.) die Figur eines Weberschiffchens annimmt, ist aber manchmal auf einer Seite flacher, als auf der andern. Im Querdurchschnitte erscheinen die grösseren Zellen rundlich und grösser als die gewöhnlichen Rindenzellen; die kleinen liegen auch hier wieder zwischen ersteren zerstreut.

VIII. Hier sollten nun Betrachtungen über den Bau der Haare der Cetaceen, der Proboscideen und Anakolen sich anreihen; ich muss aber leider dieselben für jetzt hinweglassen, da ich bisher keine Gelegenheit hatte, dieselben untersuchen zu können.

Die Wollhaare von *Sus scropha* besitzen gleich den Haaren der *Phoca* keine Markröhre, sondern nur gewöhnlich grosse Rindenzellen, zwischen welchen einzelne kleinere, rundliche Zellen zerstreut liegen. Der Querdurchschnitt ist oval (fig. 44.), die grossen und kleinen Zellen erscheinen rundlich. In den Borsten findet sich jedesmal eine Markröhre, die aber immer sehr zusammengedrückt und im Verhältniss zur Dicke der Borste sehr klein ist. Am deutlichsten erscheint sie auf dem Querdurchschnitte (fig. 45.) bald als eine ganz einfache Spalte in der Mitte der Rindensubstanz, bald verzweigt sie sich in diese hinein, indem sie sich an den Spitzen theilt und auch seitliche Fortsätze abgiebt. Die Zellen der Rindensubstanz sind auch in den Borsten sehr gross, sehr lang und breit von aussen, gross und rundlich auf dem Querdurchschnitte. Das Epithelium dagegen besteht aus ziemlich feinen Zellen.

Die Haare von *Hyrax* (*ruficeps*) haben einen aus sehr feinen, eckigen Zellen zusammengesetzten Epithelialüberzug, durch welchen ich die Struktur der Rindensubstanz niemals hindurchsehen konnte. Die Zellen in der Rindensubstanz scheinen überhaupt kleine Räume und ungewöhnlich dicke Wandungen zu besitzen, da man selbst auf dem Querdurchschnitte ihrer kaum einige als sehr leichte Schattenflecken beobachtet. Die ziemlich grosse Markröhre ist in sehr schmale, lange, mit der Querachse des Haares parallel liegende Zellen getheilt, deren viele so lang, als das Lumen der Markröhre, viele aber kaum halb so lang, oder noch kürzer sind. Sie liegen sehr gedrängt über und neben einander, werden durch schmale Scheidewände getrennt, scheinen aber auch oft zum Theil mit einander zu verschmelzen (Tab. II. fig. 46.). Der Querdurchschnitt (fig. 47.) ist höchst eigenthümlich gestaltet, und wohl so leicht nicht mit etwas zu vergleichen; die Markröhre in ihm erscheint als ein sehr lang gezogenes Ovale.

Am Haare des *Tapirus americanus* lässt sich die Rindensubstanz wieder deutlich analisiren; ihre Zellenräume sind im Verhältniss zur Dicke des Haares ziemlich fein und kurz, die Scheidewände derselben aber sehr dick. Die Markröhre ist sehr unregelmässig gebaut, bald weit, bald enge, ebenso ihre Zellen. Die Zellen liegen immer quer, sind bald lang und schmal, bald kurz und dick; selten treten Scheidewände so weit zwischen sie, dass sie völlig von einander isolirt wären, sondern sie verschmelzen mit einander bald in geringerer, bald in grösserer Ausdehnung zu einem ziemlich unförmlichen Klumpen (fig. 48.). Das Verhältniss der Marksubstanz überhaupt zur Rindensubstanz ist etwas von dem bei *Hyrax* verschieden und beide haben ziemlich einerlei Durchmesser. Die Querdurchschnitte (fig. 49—51.) sind oval gestaltet, bald mit vieler, bald mit wenig oder in zwei Partien getheilter, bald mit keiner Marksubstanz versehen, was eben von dem Wechsel der Zellen an Länge und gegenseitiger Verschmelzung herrührt.

Equus (Zebra) besitzt an der Oberfläche seiner Haare ein aus sehr ansehnlichen, eckigen, meistens in Querreihen gelagerten Zellen zusammengesetztes Epithelium; die Rindensubstanz ist ungewöhnlich feinzellig, viel dünner als die Marksubstanz. Die Marksubstanz, von aussen gesehen, füllt die geräumige Markröhre als gleichförmige, undurchsichtige Masse gänzlich aus, auf dem etwas ovalen Querdurchschnitte aber (Tab. II. fig. 52.) sieht man deutlich bald grössere, bald kleinere Scheidewände, als theils gross-, theils kleinzellige Lamellen von der innern Oberfläche der Rindensubstanz aus in die Markröhre hineinlaufen. Diese Scheidewände sind oft von grossen Zellenräumen durchbrochen und legen sich niemals als unversehrte Lamellen über das ganze Lumen der Markröhre.

IX. An den Haaren der **Wiederkäuer** bemerkt man gleichfalls zu grosse Verschiedenheit in äusserer Form und innerem Baue, als dass sich viel Allgemeines über sie sagen liesse. Meistens sind sie walzenförmig-rund, oft aber auch bald von einer, bald von mehreren Seiten her eingedrückt. Epithelium, Rinden- und Marksubstanz finden sich in den meisten Fällen, manchmal aber scheint die Rindensubstanz gänzlich zu fehlen. In der Regel tritt der zellige Bau der beiden Substanzen klar hervor und die Zellen sind gross und mitunter sehr regelmässig und zierlich gebaut.

Bei *Camelus Dromedarius* ist die Rindensubstanz sehr dick, an der äusseren Oberfläche aus sehr kleinen, inwendig aus grösseren Zellen zusammengesetzt, die aber niemals so sehr in die Länge gezogen sind, wie bei den bisherigen Thieren. Der Querdurchschnitt (Tab. II. fig. 53.) ist etwas nierenförmig, die Markröhre in ihm bisquitförmig mit kleinen, ziemlich gleich grossen Zellen gefüllt. Bei *Auchenia Llama* bildet der Querdurchschnitt (Tab. II. fig. 54.) ein verschobenes Viereck mit abgerundeten Ecken, die Markröhre eine unregelmässige, dreilappige Figur. Das Verhältniss der Rinden- und Marksubstanz ist ziemlich so, wie bei *Camelus;* auch die Struktur beider Substanzen ist von vorigem nicht bedeutend verschieden. Letztere bleibt sich auch in den Haaren von *Camelopardalis Giraffa* noch ziemlich dieselbe, nur ist die Marksubstanz viel grösser, und die Rindensubstanz von geringem Durchmesser. Der Querdurchmesser (Tab. II. fig. 55.) ist nierenförmig.

Die Haare von *Bos (Bison)* zeigen ungewöhnlich grosszellige Rindensubstanz, welche auch im Verhältniss zur Marksubstanz sehr beträchtlich dick ist. Die Zellen meistens länglich-rund, weniger eckig, ohne bestimmte Ordnung zerstreut, mit dicken Zellenwänden versehen, in welchen häufig wieder kleinere, rundliche Zellen vorkommen. Die Marksubstanz zeigt ganz denselben Zellenbau, und unterscheidet sich blos dadurch, dass ihre Räume mit weisser, die der Rindensubstanz aber mit schwarzer Masse gefüllt sind. Der Querdurchschnitt (Tab. II. fig. 56.) ist unregelmässig rund.

Bei *Capra (Ibex)* ist die Rindensubstanz wieder viel dünner, aus kleinen Zellen zusammengefügt; die Marksubstanz hat grosse Zellenräume mit enorm dicken, schwammigen Wandungen. Der Querdurchschnitt, welcher allein Aufschluss über den Bau dieser Haare zu geben vermag, ist ziemlich rund (Tab. II. fig. 58.).

Von den bisherigen Wiederkäuern trennen sich *Antilope, Cervus* und *Moschus* gänzlich. Sie zeichnen sich durch Mangel an eigentlicher Rindensubstanz und durch den grosszelligen Bau ihrer Marksubstanz aus; ihre Querdurchschnitte sind in der Regel rund.

Die Haare von *Antilope rupicapra* (Tab. II. fig. 57.) bestehen blos aus Epithelium und Marksubstanz. Die Zellen letzterer sind auf dem Querdurchschnitte von verschiedener Grösse, grosse und kleine unter einander. weder sehr länglich, noch sehr bestimmt eckig, sondern mehr abgerundet; die grösseren Zellen fallen nicht immer, aber oft in die Mitte der Marksubstanz, oft liegen sie an ihrer Peripherie. Im Längendurchschnitte ist die Anordnung der Zellen dieselbe: sie sind nicht so lang gezogen, wie bei *Cervus,* nicht so bestimmt eckig, wie bei *Moschus.* Die Wandungen der Zellen sind sehr dick und selbst wieder aus ziemlich grossen Zellen zusammengefügt.

In den Haaren von *Cervus (capreolus)* fehlt die Rindensubstanz ebenfalls, das Epithelium ist aber sehr dick und scheint dessen

Stelle zu vertreten. Die Marksubstanz besteht aus sehr länglichen, dabei abgerundeten, nicht scharf-eckigen Zellen, welche zwar an und für sich mit dem Querdurchmesser des Haares ziemlich parallel laufen, in ihrer Aneinanderreihung aber in schiefen Linien vertheilt sind. Die Scheidewände sind in der Regel nicht besonders dick. Die in der Mitte der Marksubstanz gelegenen Zellen sind meistens die grössten, die kleineren liegen an der Peripherie (Tab. II. fig. 59.). Der Querdurchschnitt ist kreisrund.

Der vollkommenste Zellenbau, den ich bisher an Haaren traf, ist bei *Moschus moschiferus*. Es fehlt diesen Haaren wohl auch eine eigentliche Rindensubstanz, diese wird aber durch besondere Ausbildung der Marksubstanz einigermassen ersetzt. Das Haar von aussen, unmittelbar unter dem zarten Epithelium betrachtet, scheint ganz (Tab. II. fig. 60.) aus sechseckigen, nur selten anders geformten, und an Grösse sich meistens gleich bleibenden Zellen zusammengesetzt zu seyn, und sieht wie Honigwaben aus. Im Längendurchschnitte (Tab. I. fig. 61.) kann man schon deutlich die Scheidung der Zellen zu zweierlei Substanzen erkennen, indem die Wandung des Haares constant aus kleinen, übrigens unter einander gleich grossen Zellen construirt wird, innerhalb welcher dann erst die grosszellige, eigentliche Marksubstanz erscheint. In letzterer erblickt man wieder vorzugsweise sechseckige Zellen, welche bald grösser, bald kleiner sind, nach keiner bestimmten Anordnung sich vertheilen, und an verschiedenen Orten zwischen sich Inseln von sehr kleinen Zellen haben. Die Wandungen der Zellen sind dünn. Der Querdurchschnitt (Tab. II. fig. 62.) ist vollkommen kreisrund, von ziemlich gleich-grossen, viereckigen Zellen an seiner Peripherie unter dem Epithelialüberzuge begränzt, innerhalb welchen nochmals eine ringartige Schichte kleiner, aber an Form und Grösse sehr ungleicher Zellen liegt. Diese beiden Zellenringe scheinen zum Ersatze der Marksubstanz da zu seyn, oder vielleicht mehr den zwei Wandungen der Igelstacheln zu gleichen; innerhalb ihnen liegt nun erst, wie auch bei den Igelstacheln, die grosszellige Marksubstanz. Die Zellenräume in dieser sind sehr unregelmässig, bald gross, bald klein, bald eckig, bald rund; die Zellenwände entspringen am inneren Ringe der Randzellen oft als sehr breite Blätter, die gegen das Centrum des Haares laufen, und selten eine Strecke weit ganz, meistens aber wie zerrissen erscheinen.

X. Wenn die bisher betrachteten Ordnungen und Familien der Säugethiere manchmal schon eine sehr auffallend grosse Mannigfaltigkeit in Form und innerem Baue der Haare zeigten, wenn es dadurch eigentlich unmöglich gemacht wurde, etwas allgemeine, bezeichnende Definitionen zu geben; so scheint doch vorzugsweise bei den Nagern jede Andeutung zu einem Grundtypus zu fehlen, und die Verschiedenheit im innern Baue der Haare bei den verschiedenen Gattungen, ja selbst Arten einer Gattung aufs Höchste zu steigen. Stacheln, Borsten, weiche Haare, von kreisrunder, ovaler, viereckiger, bisquitähnlicher, doppelhackenähnlicher Form auf den Durchschnittsflächen, mit viel und wenig Rindensubstanz, mit grosser und kleiner Markröhre und langen, eckigen, runden, breiten Zellen in derselben wechseln selbst bei den Arten einer Gattung auf die bunteste Weise ab.

Die Stacheln der Stachelschweine reihen sich wohl zunächst an die eben verlassenen Haarformen. Sie zeigen die drei gewöhnlichen Substanzen; das Epithelium ist sehr fein, die Rindensubstanz hornartig hart, aus lang gezogenen Zellen construirt, in geringer Quantität vorhanden: die Marksubstanz sehr reichlich, an der Peripherie feinzellig, grosszellig im Centrum.

Sie zerfallen in zwei Abtheilungen, von denen die eine durch *Hystrix cristata*, die andere durch *Hystrix insidiosa* repräsentirt werden kann.

An der äusseren Oberfläche der Stacheln von *Hystrix cristata* (Tab. III. fig. 63.) bemerkt man unter dem Epithelialüberzuge einen ähnlichen, zelligen, honigwabenartigen Bau, wie bei *Moschus*, doch sind die Zellen weder an Grösse, noch an Form sich so sehr gleich; überdiess ist die ganze Oberfläche der Länge nach gefurcht. Von jeder Furche aus setzt sich der ganzen Länge des Stachels nach Rindensubstanz in die Markröhre hinein fort als Lamellen oder Scheidewände, welche die Marksubstanz selbst in verschiedene Partien abtheilen. Meistens verzweigen sich diese Lamellen in der Marksubstanz etwas, und bilden so ein sehr weitzelliges Gewebe, in welchem die Markzellen liegen. Am Längendurchschnitte (Tab. III. fig. 64.) zeigt sich unmittelbar neben der dünnen Rindensubstanz eine Lage kleiner Zellen der Marksubstanz, welche auf ähnliche Weise wie der innere Zellenkreis bei *Moschus* eine innere, weiche Rindensubstanz zu bilden scheint; sie gränzt sich aber nur selten sehr merklich, meistens wenig oder gar nicht von der übrigen Markmasse ab, mit welcher sie verschmilzt. Die von den Furchen der Rindensubstanz aus in die Marksubstanz sich senkenden Scheidewände laufen in der Regel niemals gerade, sondern biegen sich bald mehr, bald weniger, und theilen sich nach keinem bestimmten Gesetze in seitliche Lamellen. Die Markzellen zeigen die grösste Mannigfaltigkeit an Form und Grösse, sind bald langgezogen, bald zusammengeschoben, rundlich, verschiedeneckig, und liegen gross und klein unter einander. Am Querdurchschnitte (Tab. III. fig. 65.) sieht man die Fortsetzung der Rindensubstanz in die Marksubstanz in Form von Scheidewänden am klarsten; die

Unregelmässigkeit der Markzellen leuchtet auch hier wieder deutlich hervor.

Die Stacheln von *Hystrix insidiosa* sind von aussen glatt, ohne Furchen, ihr Epithelium fein, das Ansehen der äusseren Oberfläche unter dem Epithelium sehr feinzellig. Diese Zellen sind meistens länglich, unregelmässig, dickwandig und sehr klein (Tab. III. fig. 66.). Im Längendurchschnitte (Tab. III. fig. 67.) zeigt sich die Rindensubstanz sehr schmal, die Markröhre sehr gross und mit eckigen Zellen gefüllt, welche im Centrum der Marksubstanz am grössten erscheinen, und desto kleiner werden, je mehr sie sich der Rindensubstanz nähern. Der Querdurchschnitt ist zirkelrund (Tab. III. fig. 68.), die Zellen der Rindensubstanz erscheinen auf ihm langgezogen, an beiden Enden zugespitzt, sehr klein (Tab. III. fig. 69.), die der Marksubstanz ziemlich regelmässig fünf- oder sechseckig, im Centrum der Markröhre gross, klein an ihrer Peripherie.

Die borstenartigen Haare von *Dasyprocta Aguti* haben ebenfalls sehr wenig Rinden- und sehr viel Marksubstanz; erstere ist aus höchst feinen, nur schwer unterscheidbaren Zellchen zusammengesetzt. Die Marksubstanz zeigt auf dem Längendurchschnitte (Tab. III. fig. 70.) meistens rundliche, manchmal eckige, in die Länge gezogene und dann auch mit dem Querdurchmesser des Haares parallel liegende Zellen, welche an Grösse sehr von einander abweichen, und so sich vertheilen, dass die grossen Zellen sehr zerstreut umher liegen, die kleinen aber zwischen ihnen schwammige Massen formiren. Der Querdurchschnitt hat eine ovale Form (fig. 71.); die Markmasse in ihm zeigt wieder grosse und kleine rundliche Zellen; die Zellenlamellen entspringen als sehr ansehnliche Blätter von der inneren Oberfläche der Rindensubstanz, gehen in den verschiedensten Richtungen zum Centrum der Markröhre, und theilen sich hier, oft auch schon früher, in seitliche Blättchen, welche in die Bildung der verschiedenen Markzellen eingehen. —

In den höchst zarten Wollhaaren von *Castor Fiber* ist das Verhältniss der Mark- und Rindensubstanz ziemlich dasselbe, wie bei den bisherigen Nagerhaaren (Tab. III. fig. 72.). Die Zellen in der Markröhre sind nicht quer, wie gewöhnlich, sondern schief gestellt, und von demselben Durchmesser, wie die ganze Markröhre, liegen ziemlich regelmässig eine hinter der andern, und werden durch ansehnlich dicke Wandungen von einander getrennt. Oft sind statt einer solchen einfachen Zelle mehrere kleine vorhanden, welche aber nur eine gespaltene, grössere zu seyn scheinen, da sie zusammen dieselbe schiefe Lage beibehalten. Die Zellenräume sind übrigens etwas schwer zu erkennen, da sie viel heller aussehen, als bei den übrigen Nagern. Von dieser Form weichen die dicken Haare des Bibers sehr ab. Die Rindensubstanz ist eben so dick, als die Marksubstanz, was mir sonst bei keinem Nager vorkam; sie ist aussen mit einem etwas grosszelligen Epithelium umkleidet, und selbst aus sehr feinen, länglichen Zellen zusammengefügt (fig. 73.). In der Marksubstanz bemerkt man rundliche, nur manchmal sehr längliche Zellen, welche sich in der Quere der Markröhre so ordnen, dass man aus ihren Reihen eine bald mehr, bald weniger deutliche Y-Form herausfindet. Zwischen diesen Zellen liegen in den sie von einander trennenden Scheidewänden sehr kleine Zellen, welche den Scheidewänden selbst ein schwammiges Ansehen geben. Der Querdurchschnitt dieses Haares ist ein langgezogenes Ovale, an welchem die Rindensubstanz an den beiden Polen am reichlichsten, an den Seiten aber am schmälsten ist: daher ist die Markröhre runder und harmonirt nicht mit der Form des ganzen Haares. Die Scheidewände in der Marksubstanz stellen sich auf dem Querdurchschnitte als breite, schwammige Blätter dar, die, an der Rindensubstanz sich inserirend, oft bis zur Hälfte, oft noch weiter in die Markröhre hineinragen, und nur hie und da grössere Zellenräume durchschauen lassen.

An den sonderbaren Stacheln der **Stachelmäuse** unterscheidet man an jedem einzelnen eigentlich zwei Stacheln, welche aus einer gemeinschaftlichen Wurzel entspringen und an der Spitze sich wieder vereinigen; im übrigen Theile werden sie durch eine hornartige Zwischenlamelle verbunden, welche Fortsetzung der Rindensubstanz, öfters auch der Markssubstanz der Stacheln selber ist. Die Rindensubstanz ist aus sehr kleinen, rundlichen Zellen zusammengesetzt, welche man wohl nur auf dem Querdurchschnitte deutlich erkennen kann (fig. 76.), weil von aussen auf ihr ein grosszelliges, dickes Epithelium liegt, von innen aber die Markssubstanz beständig durchscheint. Letztere ist der äusseren Ansicht nach (fig. 75. 76.) immer aus ziemlich lang gezogenen, schmalen, öfters gebogenen Zellen gebildet, welche auf dem Querdurchschnitte etwas weiter, viel kürzer, oft rundlich erscheinen. Sie setzen sich meistens von den eigentlichen Stacheln in die Zwischenmembran fort, was man öfters schon von aussen (fig. 77.), oft aber erst auf dem Querdurchschnitte bemerkt. Wenn die runden Zellen in die Masse der Zwischenmembran übergehen, verlängern sie sich, flachen sich ab und reichen dann durch die ganze Zwischenlamelle von einem Stachel zum andern; oft aber treten sie in der Zwischenlamelle in Klumpen zusammen und erstrecken sich nicht ganz durch dieselbe. Die Epithelialzellen auf der Zwischenlamelle sind immer sehr entwickelt und stechen besonders dadurch sehr hervor, dass sie meistens in bestimmter Richtung geordnet sind: so in stark geschwungene Bogen bei *Loncheres leptosoma*, in kurzen sich von zwei Seiten entgegen kommenden Bogen bei *Mus russatus*. Die Verschiedenheit im Baue dieser Stacheln ist übrigens bei den verschiedenen Arten so gross, dass man diese sehr leicht darnach bestimmen kann.

Mus und *Loncheres* unterscheiden sich am meisten darin, dass die Zwischenmembran bei ersteren schmal, bei letzteren sehr breit ist; dass bei *Mus* die Zellen auf derselben sehr lang gezogen, bei *Loncheres* aber flacher sind.

Die Haare der Mäuseartigen und Schwippen sind flach gedrückt, haben in der Regel wenig Rinden- und viel Marksubstanz; letztere tritt in Querzellen auf, welche entweder so lang sind, als die Markröhre breit, oder kleiner als diese und neben einander in ihr gelagert erscheinen.

In den Wollhaaren sind die Zellen in der Regel einfach, eben so lang, als die Markröhre breit, stehen in gleicher Entfernung von einander, sind bald schmal, linienförmig, bald dick, rundlich, mehr oval oder kreisrund; die Scheidewände zwischen ihnen sind gleich dick und wie bei *Erinaceus aethiopicus* einander parallel. Als Beispiel mag *Myodes Lemmus* gelten (Tab. III. fig. 78.); seine Haare sind ganzrandig.

In den Wollhaaren von *Sciurus europaeus* sind die einfachen Querzellen schmal, die Scheidewände zwischen ihnen etwa halb so dick, als die Zellen; die Rindensubstanz ist sehr dünn und zeigt an der Stelle, wo in der Marksubstanz ein Zellenraum sich befindet, einen leicht erhabenen, wulstigen Ring, der sich unter dem Mikroskope auf beiden Rändern des Haares als stumpfe Zacken zu erkennen giebt (fig. 80.). Der unterste Theil vom Bulbus an ist unregelmässig knotig, die Knoten stehen anfänglich abwechselnd gegenüber, weit von einander, nähern sich dann immer mehr, werden kleiner und gerade gegenüberstehend, und sind dann die oben berührten, wulstigen Ringe (fig. 79.). Die Stichelhaare (fig. 81.) zeigen ebenfalls nur sehr wenig Rindensubstanz, welche aus länglichen Zellen besteht; die Marksubstanz hat nur sehr selten Zellen, die so gross wären, als der Querdurchmesser der Markröhre, sie sind in der Regel nur halb so lang, und in der Weise vertheilt, dass, wo auf der einen Seite Zellenraum, auf der andern Zellenwand sich befindet. Sie bleiben in dieser Ordnung öfters ganz isolirt, öfters aber neigen sich zum Zellenraum der einen Seite zwei entsprechende Zellenräume der andern und verschmelzen mehr oder weniger mit ihm, wodurch dann je drei Zellen in Y-Form sich stellen.

Bei *Hydromys chrysogaster* sehe ich in der Mitte des Wollhaares einen schmalen, dunkeln Streifen, welcher Marksubstanz zu seyn scheint, aber nicht weiter analysirt werden konnte; etwas dunkle, unregelmässig vertheilte, und unregelmässig dicke Streifen laufen quer herüber und gehören wohl der äusseren Oberfläche des Haares an (fig. 82.). In den Stichelhaaren ist die Rindensubstanz auch sehr gering, aber doch reichlicher, als bei *Sciurus;* die Zellenräume in der Marksubstanz haben in der Regel nur den vierten Theil der Länge des Querdurchmessers der Markröhre, und liegen wie Backsteine in einer durchbrochenen Wand aufeinander. Die Scheidewände sind meistens eben so dick, als die Zellenräume (fig. 83.).

Die Haare von *Lepus (glacialis)* reihen, von aussen betrachtet, sich an den bei *Sciurus* geschilderten Typus, zeigen aber auf dem Querdurchschnitte (Tab. III. fig. 83.) grosse Verschiedenheit. Der Querdurchschnitt der dickeren Haare ähnelt dem der Stacheln von Stachelmäusen: ist an beiden Enden stark angeschwollen, in der Mitte am dünnsten, auf der vordern und hintern Fläche conkav — mehr aber auf der einen, als auf der andern; von der mehr conkaven Fläche erheben sich die angeschwollenen Enden als stumpfe, hakenförmige Fortsätze. Die Rindensubstanz ist leicht erkennbar, und besteht aus sehr kleinen Zellen; die Markröhre, welche die Form des ganzen Haares hat, ist mit ziemlich grossen, meistens rundlichen Zellen gefüllt, deren Scheidewände ein schwammiges, aufgetriebenes Ansehen besitzen.

Bei *Helamys (caffer)* ist das Epithelium sehr deutlich ausgeprägt, die Rindensubstanz ist dünn; die Marksubstanz zeigt querliegende Zellen von geringer Dicke und der Länge des Querdurchmessers der Markröhre, welche manchmal von dicken Scheidewänden isolirt liegen, meistens aber auf eine so eigenthümliche Weise sich verbinden, dass es scheint, als wäre in der Markröhre nur ein Raum vorhanden, welcher von der Zwiebel gegen die Spitze in einer gedrungenen Spirale liefe (fig. 84.). Die dickeren Haare dieses Thieres haben mehr Rindensubstanz, als die bisherigen, in der Marksubstanz Querzellen, welche sich oft an einem Ende in zwei Schenkel spalten, und häufig zwischen sich kleinere Zellen von mehr rundlicher Form erkennen lassen.

XI. Im inneren Baue der Haare der Beutelthiere, so wie auch schon in der äusseren Form, finden sich gewissermassen die Hauptformen der Nager- und Raubthierhaare vereiniget. Bei vielen erscheint die Oberfläche der Haare ganz glatt, bei andern wulstig, wie bei *Sciurus*, bei noch andern an den Rändern gezähnelt. Die Figur des Querdurchschnittes ist fast immer eine ovale. Die Rindensubstanz, welche auf gleiche Weise feinzellig ist, wie bei den meisten bisher betrachteten Thieren, hat bald einen viel grösseren, bald einen viel kleineren, mitunter auch ebenso grossen Durchmesser, als die Markröhre; letztere ist in regelmässig viereckige oder längliche, oder rundliche Zellenräume mit bald dicken, bald dünnen Scheidewänden getheilt, welche auch oft nicht über das ganze Lumen der Röhre sich legen, und mehrere Zellen zusammenfliessen lassen.

In den Haaren von *Halmaturus giganteus*, welche ich als Repräsentanten der Beutelthierhaare zeichnete, finden sich mehrere der obigen Charaktere vereiniget: die Ränder sind deutlicher an den dickeren, weniger an den feineren Haaren gezähnelt, die Rindensubstanz ist bei ersteren eben so dick als die Marksubstanz, bei letzteren viel dicker; in den dickeren Haaren verschmelzen die langen, schmalen Markzellen fast immer mit einander, die kürzeren und dickeren Markzellen der feinen Haare aber bleiben meistens isolirt (Tab. III. fig. 85—87.).

XII. So wie die letzte Ordnung der Säugthiere, die der Edentaten, an den äusseren Formen ihrer Gattungen und Arten so ganz eigenthümlich und abenteuerlich da steht, wie den äusseren Umrissen entsprechend, auch die Organe im Innern des Leibes die grössten Besonderheiten zeigen, so tritt auch in ihren Haaren, diesen peripherischesten Theilen, noch eine scharfe Abgränzung von der übrigen Thierwelt durch die merkwürdigsten Eigenheiten in äusserer Form und Struktur auf, welche aber auch hier wieder bei den einzelnen Gattungen und selbst Arten so mannigfaltig erscheinen, dass keine für die Ordnung bezeichnende Charakteristik aufzustellen ist.

Die Haare von *Bradypus didactylus* sind von zwei Seiten ziemlich zusammengedrückt und an ihrer ganzen Oberfläche kannelirt. Am deutlichsten zeigt sich diese sonderbare Form im Querdurchschnitte, welcher, im Ganzen genommen, oval aussieht, an seinem Rande aber sich abwechselnd wellenförmig erhebt und senkt (Tab. III. fig. 89.). Der Erhabenheiten sind sieben bis acht, an dem breiten vorderen und hinteren Rande, zwei an jedem der schmalen Seitenränder. Im Inneren des Haares scheint Rinden- und Marksubstanz gänzlich untereinander gemengt zu seyn. Die

Rindensubstanz besteht, wie gewöhnlich, aus langen, schmalen Zellen, die hier nur etwas derber aussehen, und sich im Centrum des Haares ebenso finden, wie auf dessen äusseren Oberfläche unter dem dickzelligen Epithelium; die Marksubstanz ist in flockenartigen, unregelmässigen und undurchsichtigen Partien durch die ganze Rindensubstanz zerstreut, findet sich bald in einzelnen kleineren Portionen von rundlicher Gestalt, bald fliessen mehrere von diesen in grösserer oder geringerer Ausdehnung zusammen (Tab. III. fig. 88.). Auf sehr feinen Querdurchschnitten zeigt sich die Marksubstanz in rundlichen, ziemlich gleich-grossen Zellen, welche bald in sich abgeschlossen, bald mit einander zusammenhängend ohne bestimmte Ordnung zerstreut liegen, und zwischen sich und um sich Rindensubstanz erkennen lassen.

An den struppigen Haaren der *Myrmecophaga jubata* zeigt die Rindensubstanz eine beispiellose Derbheit. Ihre Zellen sind gewaltig lang und dick, die Scheidewände zwischen ihnen im höchsten Grade massiv (Tab. III. fig. 90.). Der Querdurchschnitt ist bisquitförmig, die Rindenzellen auf ihm erscheinen, wenn er sehr dünn ist, als meistens rundliche, selten etwas verlängerte Zellen mit dicken Scheidewänden, welche aber an Grösse etwas wechseln, so dass zwischen den gewöhnlichen grossen hie und da einige kleine zu liegen kommen. Die Markröhre sieht auf dem Querdurchschnitt wie eine ziemlich in der Mitte des Haares gelegene, lange, schmale Spalte aus, die mit undurchsichtiger, feinunbestimmt-zelliger Masse angefüllt ist (Tab. III. fig. 91.).

Die Haare der *Echidna* sind meistens von ihrem Bulbus an eine Strecke weit breit, bandartig, schrumpfen dann bis etwa auf die Hälfte des ursprünglichen Durchmessers ein, verbreitern sich nachher wieder, um neuerdings schmal zu werden, was sie in ihrer ganzen Länge 4—5mal wiederholen. Manchmal haben sie grosse

Strecken weit einerlei Dicke, manchmal aber wechseln sie darin sehr schnell; die Ränder sind dabei in der Regel nicht ganz, sondern wellenförmig oder zackig. Mark- und Rindensubstanz scheinen hier ebenfalls unter einander geworfen zu seyn, und erstere tritt nur in einzeln stehenden, runden oder ovalen, bald grösseren, bald kleineren Zellen auf, welche theils im Centrum, theils in der Peripherie des Haares liegen. Die Zellen der Rindensubstanz sind wie gewöhnlich. In den Stacheln sind die beiden Substanzen wieder vollkommen geschieden: die äussere höchst feinzellige ist von hornartiger Härte und ziemlich geringer Dicke; die innere besteht in einer reichlich vorhandenen, feinzelligen Masse, welche in querliegende Portionen getheilt ist. Eine solche Portion gilt dann als eine über das Lumen der Markröhre gelegte Scheidewand von schwammiger Beschaffenheit, spaltet sich öfters in mehrere kleinere Portionen und bildet dadurch unregelmässig eckige, mitunter ziemlich grosse Zellen.

Ornithorhynchus paradoxus weicht im Baue seiner Haare von den bisherigen Edentaten gänzlich ab. Man unterscheidet wieder Woll- und Stichelhaare, von denen besonders letztere durch ihr breites, ruderförmiges Ende sich auszeichnen. Vom Ursprunge aus der Zwiebel an sind die Haare an ihren Rändern etwas weitschichtig sägenartig gezahnt, werden aber gegen die Spitze hin ganzrandig. Die Rindensubstanz ist in den Wollhaaren und dünneren Theilen der Stichelhaare gering; die Marksubstanz sehr entwickelt; im breiten Theile des Stichelhaares aber ist das Verhältniss umgekehrt, und in diesem scheint sich die Marksubstanz gegen die Spitze hin zu zerstreuen und in einzelnen Stückchen durch die Rindensubstanz zu vertheilen (fig. 95.). Die Marksubstanz, wo sie reichlich sich findet, besteht aus einfachen, parallelen, schmalen Querzellen mit dicken, vollkommenen Scheidewänden — eine Form, die wohl sehr an *Talpa europaea* erinnert — in dem breiten Theile der Stichelhaare (fig. 93.) aber zeigt sie in bald grössere, bald kleinere Klumpen zusammengehäufte, manchmal auch einzeln stehende, runde Zellen, die immer in ihrer Mitte einen durchsichtigen Punkt enthalten. Der Querdurchschnitt gleicht an Form dem vom Haare der *Phoca* und enthält, wenn er aus der unteren Hälfte des breiten Theiles des Stichelhaares genommen ist (fig. 94.), etwas Marksubstanz im Centrum, wenn er aber mehr gegen die Spitze hin herausgeschnitten wird, kleine, rundliche, undurchsichtige Zellen, welche nach allen Richtungen hin unter der höchst feinzelligen Rindensubstanz zerstreut liegen (fig. 95.).

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aeussere Oberfläche des menschlichen Haares, mit dem aus verschiedenen, eckigen Epithelialzellen gebildeten Ueberzuge.

Fig. 2. Die Rindensubstanz des menschlichen Haares unter dem Epithelium.

Fig. 3. Querdurchschnitt des menschlichen Kopfhaares, das niemals deutliche Marksubstanz enthält.

Fig. 4. Längendurchschnitt des menschlichen Barthaares mit —a— Rinden- und —b— Marksubstanz.

Fig. 5. Querdurchschnitt desselben.

Eig. 6. Querdurchschnitt eines Haares aus der *regio pubis* des Menschen mit sehr kleiner Marksubstanz.

Fig. 7. Längendurchschnitt.

Fig. 8. Querdurchschnitt eines Tasthaares von *Lepus timidus.*

Eig. 9. Haar im Längendurchschnitt von *Lagothrix olivaceus.*

Fig. 10. Querdurchschnitt vom Haare eines jungen Orang-Outang.

Fig. 11. Längen- und

Fig. 12. Querdurchschnitt des Haares von *Cynocephalus Maimon.*

Fig. 13. Haar des *Pteropus edulis.*

Fig. 14. Haar von *Vespertilio noctula.*

Fig. 15. Wollhaar,

Eig. 16. unterer, dünner,

Fig. 17. oberer, kolbiger Theil des Stichelhaares von *Myogale moscovitica.*

Fig. 18. Querdurchschnitt vom obersten Theile des Kolbens desselben Haares.

Fig. 19. Kolbiger Theil vom Stichelhaare und

Fig. 20. Wollhaar der *Talpa europaea.*
Fig. 21. Längendurchschnitt eines Stachels von *Erinaceus europaeus.*
Fig. 22. Längendurchschnitt eines Stachels von *Erinaceus aethiopicus.*
Fig. 23. Aeussere Ansicht einer Borste von *Centeles.*
Fig. 24. Längendurchschnitt derselben.
Fig. 25. Ein dickes Haar von *Nasua socialis* im Längendurchschnitte.
Fig. 26. Dasselbe im Querdurchschnitte.
Fig. 27. Wollhaar desselben Thieres.
Fig. 28. Stichelhaar von *Ursus maritimus.*
Fig. 29. Querdurchschnitt desselben.
Fig. 30. Wollhaar von *Ursus Arctos.*
Fig. 31. Haar von *Meles vulgaris* mit dem Epithelium.
Fig. 32. Querdurchschnitt eines Haares desselben Thieres.
Fig. 33—34. Haare von *Felis Tigris.*
Fig. 35—37. Haare mit Querdurchschnitt von *Felis calus.*
Fig. 38. Querdurchschnitt des Haares von *Canis vulpes.*
Fig. 39. Wollhaar von *Hyaena striata;* äussere Ansicht.
Fig. 40. Querdurchschnitt von einem dicken Haare desselben Thieres.
Fig. 40—43. Längen- und Querdurchschnitte von Haaren der *Phoca annellata.*
Fig. 44—45. Querdurchschnitt von Wollhaar und Borste von *Sus scropha.*
Fig. 46. Aeussere Ansicht eines Haares von *Hyrax ruficeps.*
Fig. 47. Querdurchschnitt desselben Haares.
Fig. 48. Längendurchschnitt eines Haares von *Tapirus americanus.*
Fig. 49—51. Querdurchschnitte desselben Haares aus verschiedenen Stellen.
Fig. 52. Querdurchschnitt des Haares von *Equus Zebra.*
Fig. 53. Querdurchschnitt eines Haares von *Camelus Dromedarius.*
Fig. 54. Querdurchschnitt vom Haare der *Auchenia Llama.*
Fig. 55. Querdurchschnitt vom Haare des *Camelopardalis Giraffa.*
Fig. 56. Querdurchschnitt eines Haares von *Bos Bison.*
Fig. 57. Querdurchschnitt eines Haares von *Antilope rupicapra.*
Fig. 58. Querdurchschnitt eines Steinbockhaares *(Capra Ibex).*
Fig. 59. Längendurchschnitt vom Haare des Rehes.
Fig. 60. Aeussere Ansicht eines Haares von *Moschus moschiferus.*
Fig. 61. Längendurchschnitt, und
Fig. 62. Querdurchschnitt desselben Haares.
Fig. 63. Aeussere Ansicht eines Stachels von *Hystrix cristata.*

Fig. 64. Längendurchschnitt.

Fig. 65. Querdurchschnitt desselben Stachels.

Fig. 66—68. Aeussere Ansicht, Längendurchschnitt und Querdurchschnitt von einem Stachel der *Hystrix insidiosa*.

Fig. 69. Ein kleines Stück der Rindensubstanz des vorigen Stachels vom Querdurchschnitte genommen und sehr stark vergrössert: a) Epithelium; b) eigentliche Rindensubstanz; c) ein Stück Marksubstanz.

Fig. 70—71. Längen- und Querdurchschnitt des Haares von *Dasyprocta Aguti*.

Fig. 72—74. Haare mit Querdurchschnitt von *Castor Fiber*.

Fig. 75—76. Aeussere Ansicht und Querdurchschnitt eines Stachels von *Loncheres leptosoma*.

Fig. 77. Aeussere Ansicht eines Stachels von *Mus russatus*.

Fig. 78. Haar von *Myodes Lemmus*.

Fig. 79—81. Haare von *Sciurus europaeus*.

Fig. 82—83. Haare von *Hydromys chrysogaster*.

Fig. 84. Haar von *Hemlamys caffer*.

Fig. 85—87. Haare mit Querdurchschnitt von *Halmaturus giganteus*.

Fig. 88—89. Haar mit Querdurchschnitt von *Bradypus didactylus*.

Fig. 90—91. Haar mit Querdurchschnitt von *Myrmecophaga jubata*.

Fig. 92—95. Haare mit Querdurchschnitten von *Ornithorhynchus paradoxus*.

BRITISH NATURAL HISTORY

Fig 1

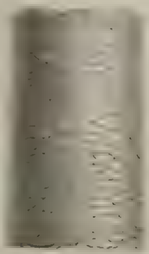


Fig 9

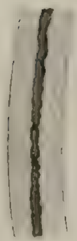


Fig 11

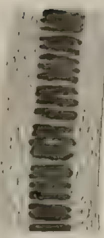


Fig 3

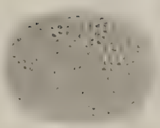


Fig 13

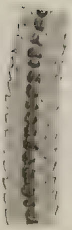


Fig 14

Fig 2

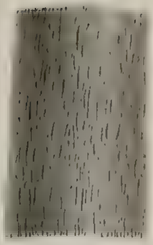


Fig 5

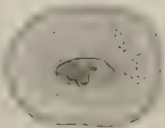


Fig 10

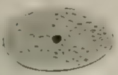


Fig 16

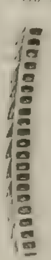


Fig 1[illegible]

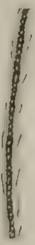


Fig 17

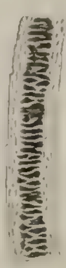


Fig 19

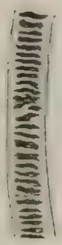


Fig 12

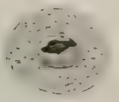


Fig 6

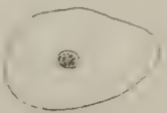


Fig 25

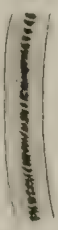


Fig 20

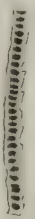


Fig 8

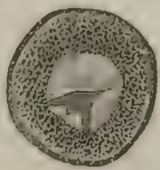


Fig 21

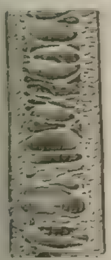


Fig 23

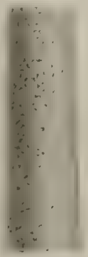


Fig 27

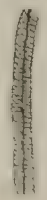


Fig 15

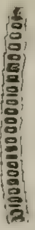


Fig 24

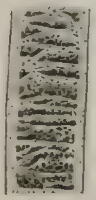


Fig 22

Fig 18

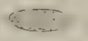


Fig 26

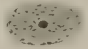


Fig 29

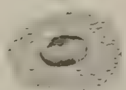


Fig 4

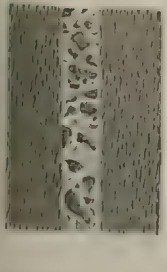


Fig 28

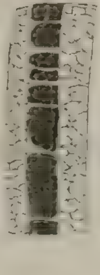


Fig 30

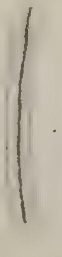


Fig 32

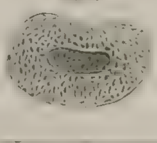


Fig 31

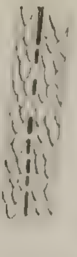


Fig 33

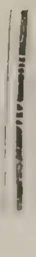


Fig 34

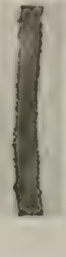
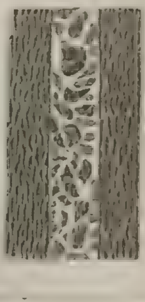


Fig 7



BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.

Fig 36

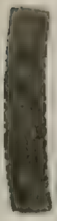


Fig 39

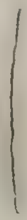


Fig 37

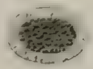


Fig 40

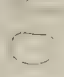


Fig 38

Fig 60

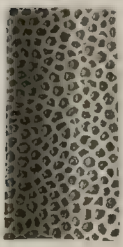


Fig 42

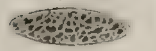


Fig 43

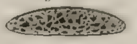


Fig 41

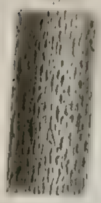


Fig 46

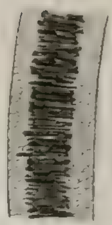


Fig 45

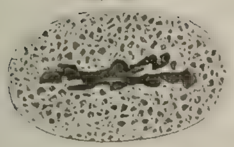


Fig 44

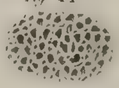


Fig 53

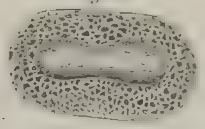


Fig 47

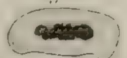


Fig 49

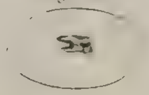


Fig 52

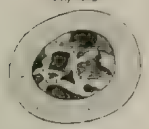


Fig 62

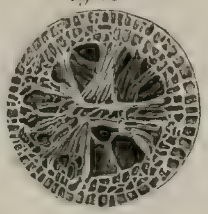


Fig 54

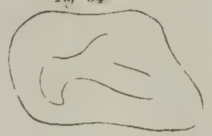


Fig 55

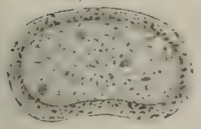


Fig 56

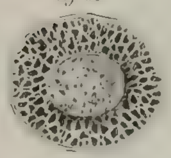


Fig 50

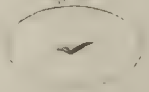


Fig 51

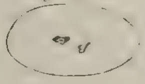


Fig 48

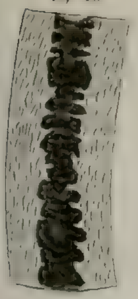


Fig 57

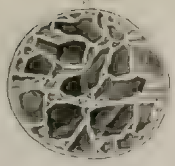


Fig 61

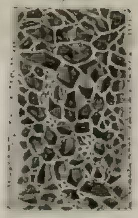


Fig 58

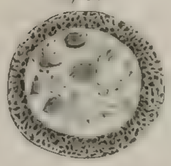
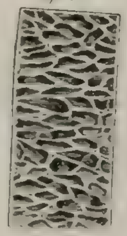


Fig 59



BRITISH NATURAL HISTORY

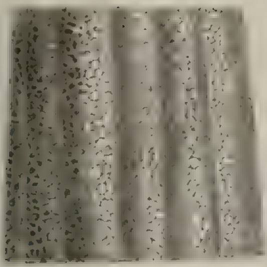


Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

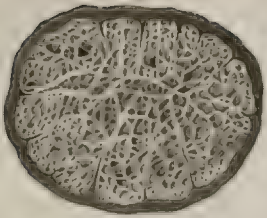


Fig. [illegible]

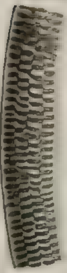


Fig. [illegible]

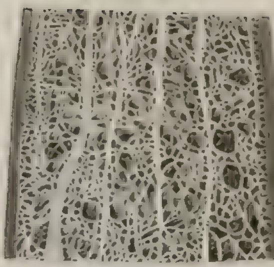


Fig. [illegible]

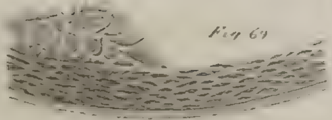


Fig. 69

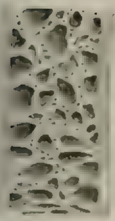


Fig. [illegible]

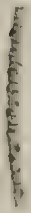


Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

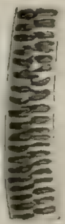


Fig. [illegible]

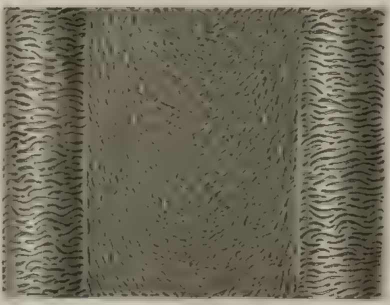


Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

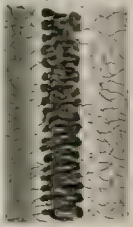


Fig. [illegible]

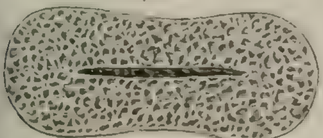


Fig. [illegible]

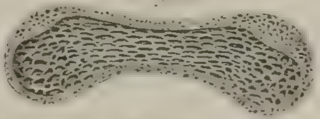


Fig. [illegible]

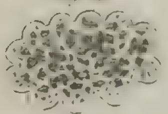


Fig. [illegible]

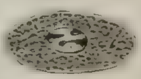


Fig. [illegible]

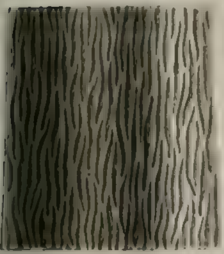


Fig. [illegible]

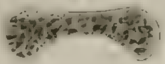


Fig. 83

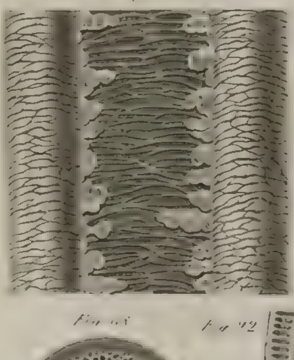


Fig. [illegible]

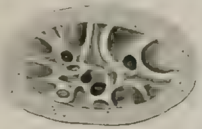


Fig. [illegible]

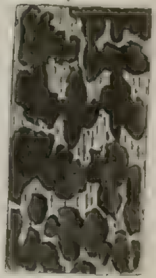


Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

Fig. [illegible]

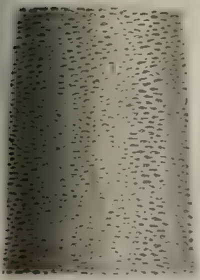


Fig. [illegible]

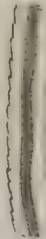


Fig. [illegible]

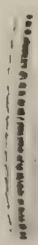


Fig. [illegible]

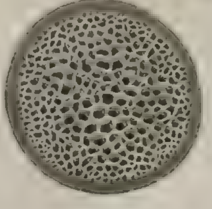


Fig. [illegible]

Fig. 92

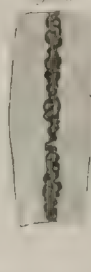


Fig. 93

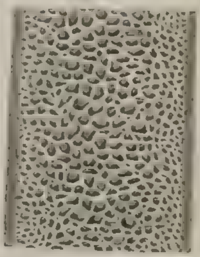


Fig. [illegible]

NATURAL HISTORY

Ueber die

Absorption der Salze

durch

gesunde, mit unverletzten Wurzeln versehene Pflanzen.

Von

A. Vogel,
ord. Mitgliede der k. Akademie der Wissenschaften.

Ueber die

Absorption der Salze

durch

gesunde, mit unverletzten Wurzeln versehene Pflanzen.

Von

A. Vogel,

ord. Mitgliede der k. Akademie der Wissenschaften.

Schon oft ist die Aufmerksamkeit der Physiologen und Chemiker auf die Absorption verschiedener Stoffe durch die Pflanzen gerichtet worden. De Candolle, Braconnot, Macaire und mehrere andere Chemiker haben sich in der neuern Zeit damit beschäftigt, die Art und Weise zu untersuchen, wie die Pflanzen Salze und andere aufgelöste Substanzen absorbiren. Namentlich hat aber Herr Theodor de Saussure eine Reihe von Versuchen angestellt, in welchen er dargethan, dass das Absorptionsvermögen der Pflanzen für verschiedene Salze ungleich ist. Er hat zu seinen Versuchen vorzüglich zwei Pflanzen angewendet, nämlich *Polygonum persicaria* und *Bidens cannabina*, wozu er ausser dem schwefelsauren Kupfer keine anderen metallischen Salze anwendete, sondern sich fast immer derjenigen Verbindungen bediente, welche zur Basis haben Kali, Natron, Ammoniak und Kalkerde.

In den von mir angestellten Versuchen habe ich mich nicht nur vorzugsweise der metallischen Salze bedient, sondern habe auch Pflanzen verschiedener Art dazu genommen, um, wo möglich, den Grad ihres Absorptions-Vermögens kennen zu lernen.

Die Auflösungen, welche zu meinen Versuchen angewendet wurden, waren im Allgemeinen von der Art, dass sich ein Theil Salz in 30 bis 40 Theilen destillirten Wassers aufgelöst befand, wobei die Vorkehrung getroffen war, dass das durch Absorption und Verdunsten verschwundene Wasser täglich ersetzt wurde.

Zu jedem Versuche wurden zwei Exemplare von der nämlichen Pflanze genommen und das eine in die Auflösung des Salzes, das andere neben dem ersteren in destillirtes Wasser getaucht, um dadurch in den Stand gesetzt zu werden, den Unterschied und die Einwirkung der aufgelösten Substanz auf die dem Versuch unterworfene Pflanze deutlicher wahrnehmen zu können.

Die zu den Versuchen verwendeten Pflanzen wurden in gesundem Zustande mit so viel als möglich unversehrten, gut gereinigten, durch destillirtes Wasser abgewaschenen Wurzeln genommen.

Da die auflöslichen Salze, welche das Kupferoxyd zur Basis haben, von allen Salzen am schnellsten und am mächtigsten auf viele Pflanzen einwirken, so sind es auch die Kupfer-Salze, mit welchen ich meine Versuche zu beginnen für zweckmässig gehalten habe.

Schwefelsaures Kupferoxyd.

In eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer (1 Thl. Salz in 30 Thln. Wasser) wurden verschiedene Pflanzen mit ihren Wurzeln gebracht:

Helianthus annuus. Schon nach 16 Stunden fing der obere Theil der Pflanze an sich zu neigen und nahm bald eine fast horizontale Richtung an. Die Blätter schrumpften schnell und krampfhaft zusammen.

Die zu diesen Versuchen angewendeten Exemplare von *Helianthus annuus* hatten im Durchschnitt eine Höhe von 3 Fuss, so dass die Spitze der Pflanze wenigstens 2½ Fuss von der Oberfläche der Flüssigkeit entfernt war.

Am obern Theil der Pflanze zeigten sich nach einigen Tagen kleine blaugrüne Crystalle und die Adern in den Blättern hatten eine braune Farbe angenommen.

In den getrockneten Blättern des obern Theiles der Pflanze war eine so grosse Menge Kupfersalz enthalten, dass das Wasser, welches damit in Berührung gebracht wurde, eine blaugrüne Farbe davon annahm. Die gefärbte Flüssigkeit wurde durch Kali grüngelb niedergeschlagen, der Niederschlag löste sich im Ueberschuss von Kali zu einer azurblauen Flüssigkeit wieder auf, woraus sich ergibt, dass in der aus den Blättern gezogenen Auflösung schwefelsaures Kupferoxydul enthalten war.

Noch folgende Pflanzen wurden in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gestellt:

Ein grosses Exemplar von ***Polygonum aviculare L.*** mit Blumen. Nach einem Tage war die Pflanze gänzlich abgestorben. In den getrockneten Blumen fand sich nur eine schwache Spur von Kupfer, aber in den Blättern und in dem Wurzelstock war eine grosse Menge Kupfer enthalten.

Der Stamm der Pflanze, welcher vor dem Eintauchen weiss war, hatte sich im Innern mit einem grünen Ueberzug bedeckt und enthielt eine solche Menge von Kupfersalz, dass er durch Benetzen mit einem Tropfen Kalium-Eisencyanür braun, und mit Schwefelammoniak schwarz wurde.

Der Wurzelstock, in kochendes Wasser gelegt, ertheilte demselben eine grüne Farbe und in der Auflösung wurde durch wenig Kali ein grünlichgelber Niederschlag hervorgebracht, welcher sich im Ueberschuss von Kali wieder auflöste und eine blaue Auflösung darstellte; es war also auch hier im Innern der Pflanze schwefelsaures Kupferoxydul gebildet worden.

In den Blättern befand sich zwar auch Kupfer, aber in viel geringerer Menge, als in dem Wurzelstock.

Eine junge Erbsenpflanze, *Pisum sativum L.*, welche in der Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd abgestorben war, enthielt eine so grosse Menge von schwefelsaurem Kupferoxydul, dass das damit in Berührung gestandene heisse Wasser sogleich grün gefärbt wurde und von der Kali-Auflösung, im Ueberschuss hinzugesetzt, eine blaue Farbe annahm, ohne sogleich den gelben Niederschlag zu bewirken, welcher sich erst einige Minuten später bildete.

Noch starben schnell in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd:

Hesperis matrònalis,
Lilium bulbiferum,
Aconitum Napellus.

Am schnellsten absorbirte und starb ab *Hesperis matronalis;* schon nach 12 Stunden waren Blumen und Blätter krampfhaft zusammengezogen und die Adern in den Blättern leberbraun geworden.

In allen diesen Fällen wurde in den abgestorbenen, getrockneten Pflanzen schwefelsaures Kupferoxydul gefunden.

Eine Irispflanze, von *Iris germanica,* lebt viel länger in einer Kupfer-Auflösung, als die übrigen genannten Pflanzen; auch wurden in den endlich abgestorbenen Blättern nur geringe Spuren von

Kupfer gefunden. Es scheint, dass das wenig lockere Gewebe der Blätter der schnellen Absorption von Flüssigkeiten ein Hinderniss in den Weg legt.

Es wurde endlich in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, aus welcher eine grosse Menge des Kupfersalzes durch andere Pflanzen schon grösstentheils absorbirt war, *Galega officinalis* gebracht. Diese Pflanze absorbirte die letzten Spuren von Kupfersalz aus der nun ganz entfärbten Flüssigkeit, welches Salz in der getrockneten Pflanze auch wieder gefunden wurde. Die getrockneten Blätter ertheilten dem kochenden Wasser eine smaragdgrüne Farbe, und das Kupfer befand sich grösstentheils darin als schwefelsaures Kupferoxydul.

Essigsaures Kupferoxyd.

Ein schönes Exemplar von *Helianthus annuus* wurde in eine Auflösung von essigsaurem Kupfer gebracht. Schon am folgenden Tage neigte sich die Pflanze, nahm allmählig eine horizontale Lage an und bekam braune Flecke auf der Oberfläche der Blätter. Nach acht Tagen wurden auf den Blättern des obern Theiles der Pflanze kleine, grüne Crystalle sichtbar. Warmes Wasser, welches mit den Blättern in Berührung gebracht war, nahm davon eine grüne Farbe an, und in dieser Auflösung brachte Kali einen gelbgrünlichen Niederschlag hervor, welcher sich im Ueberschuss von Kali grösstentheils wieder auflöste und damit eine blaue Flüssigkeit darstellte.

Es war also hier ebenso, wie beim schwefelsauren Kupferoxyd, ein Theil des absorbirten, essigsauren Kupferoxyds in der Pflanze zersetzt und zu einem Oxydul-Salz reducirt worden. Durch wiederholtes Eintauchen frischer Pflanzen wurde das essigsaure Kupferoxyd aus der Auflösung endlich vollkommen erschöpft.

Schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium.

Jedes der beiden genannten Salze war in 25 Thln. Wasser aufgelöst.

Zwei Exemplare von *Helianthus annuus* wurden in die Flüssigkeiten gebracht; schon nach einigen Tagen neigten sich die Pflanzen, die Blätter schrumpften zusammen und die Pflanzen starben.

Dann wurden in diese Auflösungen zwei Exemplare von *Galega officinalis* gebracht. Die Blätter der Pflanzen, obgleich sie zusammen schrumpften, wurden nicht gelb, wie diess geschieht mit der Pflanze, welche in reines Wasser gestellt ist, sondern behielten ihre grüne Farbe. Das Absterben der Pflanzen ging indessen viel langsamer von statten in den beiden genannten Magnesia-Salzen, als diess der Fall war in den metallischen Auflösungen.

Bei der Untersuchung ergab sich, dass in den beiden Pflanzen, in der einen schwefelsaure Magnesia und in der andern Chlor-Magnesium enthalten war. Die erstere blieb an der Luft trocken, aber letztere wurde, nachdem sie gut ausgetrocknet war, wegen des darin enthaltenen Chlormagnesiums an der Luft wieder feucht.

Salpeter.

In einer Auflösung von 1 Thl. Salpeter in 30 Thln. Wasser fing ein Exemplar von *Matricaria Parthenium* den zweiten Tag an zu welken und war nach Verlauf von vier Tagen abgestorben; hingegen hatte ein gesundes Exemplar von *Matricaria Parthenium*, welches in einer gesättigten Auflösung von Gyps stand, noch am vierten Tage sein völlig frisches Ansehen behalten.

Die Pflanze in der Salpeter-Auflösung bedeckte sich nach einigen Tagen auf der Oberfläche ihrer Blätter mit kleinen, weissen Crystallen, welche ich zum Theil abnehmen konnte und welche sich bei der damit vorgenommenen Untersuchung ganz wie unveränderter Salpeter verhielten.

Jodkalium.

Zwei ganz gleiche und frische Exemplare von *Galega officinalis* wurden in zwei mit Wasser angefüllte Gefässe gestellt; in dem Wasser des einen Gefässes war aber $\frac{1}{50}$ Jodkalium aufgelöst.

Die Pflanze, welche sich in dem mit Jodkalium versehenen Wasser befand, fing schon am andern Tage an, ihr schönes Grün zu verlieren, sie wurde blassgrün, die Blätter schrumpften zusammen und bekamen, namentlich an dem obern Theil der Pflanze, leberbraune Flecke.

In den mit kochendem Wasser behandelten, abgestorbenen und getrockneten Blättern der Pflanze fand sich wohl eine grosse Menge Jodkalium, aber abgeschiedenes und freigewordenes Jod konnte ich nicht darin wahrnehmen.

Als schon zweimal Pflanzen in der Auflösung abgestorben waren, brachte ich ein drittes Exemplar von *Galega officinalis* hinein, und als die Blätter am zweiten Tage leberbraune Flecken bekommen hatten, behandelte ich sie, einige mit kochendem Wasser, andere mit Alkohol, konnte jedoch kein freies Jod darin wahrnehmen, sondern nur unzersetztes Jodkalium.

Während der Zeit, dass in der Jodkalium-Auflösung drei Pflanzen abgestorben waren, hatte die im reinen Wasser stehende Pflanze noch immer ihre grüne Farbe behalten.

Alle Pflanzen, welche noch in die Auflösung von Jodkalium gebracht wurden, starben in derselben nach einigen Tagen, und diess dauerte fort, bis dass das Jodkalium aus der Flüssigkeit gänzlich absorbirt und keine Spur davon mehr in der Auflösung enthalten war, aber in keinem der Fälle wurde in der abgestorbenen

Pflanze freies Jod wahrgenommen, sondern immer nur unzersetztes Jodkalium.

Es wurde schon angegeben, dass das Absorptions-Vermögen für Aufnahme der Salze in den Pflanzen sehr verschieden ist, indem *Iris germanica* nur wenig und langsam von den Salzen absorbirt.

Einen Gegensatz zu der Iris giebt *Datura Stramonium*, deren Empfindlichkeit sehr gross ist. Eine in Blüthen stehende Pflanze von *Datura Stramonium* wurde in eine fast erschöpfte Auflösung von Jodkalium gebracht; die Pflanze starb darin schneller (schon nach 12 Stunden), als ich es bei irgend einer andern Pflanze wahrgenommen hatte.

Schwefelsaures Zinkoxyd.

Eine junge Bohnenpflanze, *Phaseolus vulgaris L.*, wurde in eine Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd gestellt. Nach 24 Stunden fingen die Blätter an, blassgrün zu werden, schrumpften zusammen und waren zum Theil in Cylinder zusammengerollt.

Die abgestorbenen, getrockneten Blätter hatten eine grosse Menge von schwefelsaurem Zinkoxyd absorbirt, welches aus denselben durch warmes Wasser aufgenommen werden konnte.

Ebenso starb in der Zinkauflösung *Matricaria Parthenium* in kurzer Zeit und die getrockneten Blätter enthielten eine grosse Menge schwefelsauren Zinkoxyds in ihren Poren verschlossen.

Es wurden wiederholt frische Pflanzen in die Auflösung gebracht, welche immer darin starben und das Zinksalz unzersetzt absorbirten, bis dass die Quantität des Salzes fast gänzlich erschöpft war.

Schwefelsaures Manganoxyd.

In eine Auflösung von schwefelsaurem Manganoxyd wurden junge Pflanzen von *Phaseolus vulgaris L.* gebracht. Den zweiten

Tag schon hatten die vollen, gesunden Blätter viel von ihrer dunkelgrünen Farbe verloren, waren blassgrün geworden, verwelkten alsdann mit grosser Schnelligkeit und wurden hart.

In den getrockneten Blättern befand sich eine grosse Menge von schwefelsaurem Manganoxyd, welches daraus durch warmes Wasser aufgelöst werden konnte.

Ebenso starb in der Auflösung *Matricaria Parthenium* nach Verlauf von 24 Stunden und strotzte von schwefelsaurem Manganoxyd.

Neue Pflanzen von *Matricaria Parthenium* in die schon seit acht Tagen gebrauchte Auflösung gebracht, starben und absorbirten das Mangansalz, ohne es zu zersetzen, bis dass die Menge desselben fast gänzlich erschöpft war.

Salpetersaures Kobaltoxyd.

Nachdem ein Exemplar von *Matricaria Parthenium* einen Tag in einer Auflösung von salpetersaurem Kobaltoxyd gestanden, neigte sich die Pflanze und welkte schnell, wobei die rothe Farbe der Kobaltlösung auffallend erblasste.

Die vom obern Theil der gestorbenen Pflanze abgeschnittenen und getrockneten Blätter wurden mit heissem Wasser übergossen; dieses nahm davon eine rothe Farbe an und enthielt salpetersaures Kobaltoxyd in der Auflösung.

Durch wiederholt eingetauchte, frische Pflanzen verlor die Kobaltauflösung zwar allmählig ihre rothe Farbe und wurde endlich ganz farblos, allein ich konnte durch Erneuerung von frischen Pflanzen doch nicht dahin gelangen, die Flüssigkeit von Kobalt gänzlich zu erschöpfen, denn das hydrothionsaure Ammoniak brachte in der entfärbten Flüssigkeit noch immer einen schwarzen Niederschlag hervor.

Salpetersaures Nickeloxyd.

Ein schönes Exemplar von *Helianthus annuus*, zwei Fuss hoch, mit unverletzter Wurzel in eine Auflösung von salpetersaurem Nickeloxyd gebracht, war am zweiten Tage schon grösstentheils verwelkt.

Die am obern Theil der Pflanze abgeschnittenen Blätter, mit warmem Wasser ausgezogen, ertheilten demselben eine schwachgrüne Farbe, und die von der getrockneten Pflanze abfiltrirte Flüssigkeit enthielt salpetersaures Nickeloxyd.

Nachdem das erste Exemplar von *Helianthus* in der Nickel-Auflösung abgestorben war, ersetzte ich dasselbe durch gesunde Pflanzen, wobei die grüne Farbe der Auflösung allmählig zu verschwinden anfing, indem das Nickelsalz immer mehr und mehr aus der Auflösung absorbirt wurde.

Obgleich die Flüssigkeit endlich ganz farblos wurde, so konnte ich es doch nicht dahin bringen, alles Nickel aus der Auflösung zu absorbiren, indem hydrothionsaures Ammoniak noch immer schwarz davon niedergeschlagen wurde.

Tartarus emeticus.

In eine Auflösung von 1 Thl. Brechweinstein in 25 Thln. Wasser wurde ein grosses in Blüthe stehendes Exemplar von *Tanacetum vulgare* gebracht. Nach Verlauf von zwei Tagen starb die Pflanze.

Die an dem obern Theile der Pflanze sich befindenden trocknen Blätter wurden mit heissem Wasser ausgezogen. Die filtrirte Flüssigkeit gab mit Hydrothionsäure einen orangegelben Niederschlag und enthielt eine nicht unbedeutende Menge Brechweinstein in Auflösung. Desgleichen welkten auch die jungen Pflanzen von Stangenbohnen und von den Blättern war viel Antimonsalz absorbirt worden.

Grosse Pflanzen mit der Blüthe von *Aconitum Napellus* starben so lange in einer Auflösung von Brechweinstein, bis dass das Salz aus der Auflösung gänzlich absorbirt und erschöpft war.

Auch ein Exemplar von der deutschen Schwertlilie (*Iris germanica L.*) wurde in eine frische Auflösung von Brechweinstein gestellt. Die Pflanze starb zwar, aber nur sehr langsam, und in den endlich abgestorbenen Blättern war nur eine geringe Menge von Brechweinstein enthalten, was wohl, wie schon weiter oben bemerkt wurde, dem eigenthümlichen Bau der Pflanze zugeschrieben werden muss.

Kleesaures und weinsaures Chromoxyd-Kali.

Eine Pflanze von *Helianthus annuus*, welche in Auflösungen von kleesaurem, so wie weinsaurem Chromoxydkali gebracht wurde, behielt zwar ihre senkrechte Stellung, die Blätter schrumpften aber am dritten Tage zusammen und die Pflanze starb viel früher, als diess mit einem Exemplar, welches dem ersteren zur Seite in destilirtes Wasser gestellt wurde, der Fall war.

Die grünen Auflösungen hatten an Intensität der Farbe etwas verloren und in dem obern Theil der abgestorbenen Pflanze war eine geringe Menge von Chromoxyd-Salzen vorhanden.

Ganz anders verhielten sich die Pflanzen in der Auflösung des folgenden Chromsalzes.

Doppelt chromsaures Kali.

Ein *Helianthus annuus*, welcher in eine Auflösung von doppelt chromsaurem Kali gebracht wurde, fing schon nach einigen Stunden an, sich zu neigen und nahm bald darauf eine ganz horizontale Lage an.

Nach einigen Tagen wurden die Blätter selbst bis zum obern Theil der Pflanze hinauf gelb und auf der Oberfläche derselben waren kleine Crystalle von chromsaurem Kali ausgewittert. Das Wasser, welches mit den Blättern des obern Theiles der Pflanze in Berührung gebracht wurde, nahm davon sogleich eine gelbe Farbe an; die Flüssigkeit gab mit Silbersalz einen rothen Niederschlag und nahm auf Zusatz von schweflichter Säure eine smaragdgrüne Farbe an.

Die Flüssigkeit wurde durch wiederholtes Eintauchen frischer Pflanzen von dem darin enthaltenen chromsauren Kali endlich bis auf die letzten Spuren erschöpft.

Salpetersaures Silberoxyd.

Eine in Blüthen stehende Pflanze von *Lactuca sativa L.* wurde in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd gestellt. Nachdem sie abgestorben war, was nach einigen Tagen erfolgte, wurde die getrocknete Pflanze mit kochendem Wasser behandelt, welches aber keine Spur von Silbersalz daraus aufgenommen hatte.

Ebenso wurde ein in Blüthen stehendes Exemplar von *Malva sylvestris* L. in eine frische Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd gebracht. Nach einigen Tagen fingen die grünen Stengel der Pflanze an, grau zu werden und zwar von unten nach oben, welche Farbenveränderung allmählig zunahm bis an die Spitze des Stengels, wobey aber die Blätter ihre grüne Farbe nicht verloren. Die grau gewordenen Stengel bekamen an mehreren Stellen einen weissen sehr deutlichen Metallglanz.

Die zerschnittenen grau gewordenen Stengel theilten dem kochenden Wasser keine Spur von Silbersalz mit; wenn aber dem Wasser, welches zum Auskochen der Stengel diente, etwas Salpetersäure zugesetzt war, so wurden die grauen Stengel weiss und nun fand sich in der Auflösung salpetersaures Silberoxyd. Auch beim Verbrennen und Einäschern der Stengel wurde das Silber in der Asche vermittelst Salpetersäure etc. wiedergefunden.

Da nun das kochende Wasser aus den getrockneten Stengeln der abgestorbenen Pflanzen kein Silber aufzulösen vermag, so ergibt sich aus den angeführten Versuchen, dass das salpetersaure Silberoxyd zwar von der Pflanze absorbirt, aber auch zum Theil in metallischen Zustand reducirt wird.

Wenn man in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd zu wiederholten Malen frische Pflanzen bringt, bis dass sie nicht mehr in derselben sterben, so findet sich, dass das Silbersalz absorbirt ist, und dass sich nun keine Spur von Silbersalz mehr in der Auflösung befindet.

Ein Exemplar von *Iris germanica* lebt lange im Silbersalz und man findet in den endlich abgestorbenen Blättern nur kaum wahrnehmbare Spuren von Silber, aber nicht in Wasser auflöslich, sondern nur durch erwärmte, verdünnte Salpetersäure, also auch hier im Zustand von metallischem Silber.

Salpetersaures Quecksilberoxydul.

In eine Auflösung des oben genannten Salzes wurde ein Exemplar von *Malva sylvestris L.* gebracht. Die abgestorbene Pflanze theilte dem kochenden Wasser kein Quecksilbersalz mit; als die getrocknete Pflanze aber mit verdünnter Salpetersäure behandelt wurde, fand sich Quecksilber in der Auflösung, woraus erhellet, dass das salpetersaure Quecksilberoxydul zwar absorbirt, aber durch die Pflanze zersetzt wird; ob es als Oxydul abgeschieden und eine neue unauflösliche Verbindung bildet, oder zu metallischem Quecksilber reducirt wird, lässt sich nicht mit Gewissheit entscheiden.

Durch wiederholte Einstellungen von frischen Pflanzen wurde das salpetersaure Quecksilberoxydul gänzlich und bis auf die letzte Spur absorbirt.

In eine Auflösung von obigem Quecksilberoxydulsalz wurden auch Exemplare von *Leontodon Taraxacum L.* und von *Doronicum Pardalianches L.* gebracht; beide starben allmählig, aber bei weitem nicht so schnell, als in Kupfersalzen. Die getrocknete Pflanze theilte dem kochenden Wasser auch kein Quecksilbersalz mit, wohl aber nahm die Salpetersäure daraus Quecksilber auf. Es war also durch diese beiden Pflanzen das Quecksilbersalz auch absorbirt und ebenfalls wie bei *Malva sylvestris* gänzlich zersetzt.

Ein Exemplar von *Fumaria officinalis L.* in die Quecksilber-Auflösung gebracht, starb nach einigen Tagen und die Flüssigkeit war ganz milchig davon geworden. Der abgesetzte, weisse, gut ausgewaschene Niederschlag war in Wasser unlöslich und verhielt sich als eine Verbindung von Quecksilberoxydul mit einer organischen Substanz und Chlorwasserstoffsäure; letztere kann wohl nur von dem Chlorkalium, welches sich in der *Fumaria* befindet, herrühren.

Auch ein Exemplar von *Scorzonera hispanica L.* wurde in die Auflösung des salpetersauren Quecksilberoxyduls gebracht. Die Blätter fingen nach einigen Tagen an zusammen zu schrumpfen und wurden gelb. Es befand sich aber in der abgestorbenen und getrockneten Pflanze kein in Wasser auflösliches Quecksilbersalz; nur nachdem die Stengel und Blätter mit Salpetersäure behandelt waren, liess sich die Gegenwart des Quecksilbers in denselben wahrnehmen.

Ebenfalls wurde noch ein grosses, in Blüthe stehendes Exemplar von *Vicia Faba* in die Quecksilber-Auflösung gestellt. Nach vier bis fünf Tagen war sie abgestorben; die Blätter, welche blassgrün geworden waren, wurden beim Trocknen schwarz. Dem kochenden Wasser wurde kein Quecksilbersalz mitgetheilt, wohl aber der verdünnten, mit den Blättern erwärmten Salpetersäure. Es wird also in allen bezeichneten Fällen das Quecksilbersalz absorbirt und zersetzt.

Das salpetersaure Quecksilberoxydul wurde durch erneute Pflanzen nach und nach ganz absorbirt.

Sublimat.

Eine mit Blüthen versehene *Malva sylvestris* war acht Tage in einer Sublimatauflösung gestanden. Die abgestorbenen Blätter und Stengel theilten dem kochenden Wasser keinen Sublimat mit. Als aber die mit Wasser ausgekochten Theile der Pflanze mit verdünntem Königswasser erwärmt wurden, fand sich eine nicht unbedeutende Menge Quecksilber in der Auflösung.

Diess war auch mit Salatpflanzen der Fall; sie absorbiren zwar den Sublimat, aber als solcher befindet er sich nicht mehr in den abgestorbenen Pflanzen, sondern war in Calomel zersetzt worden.

Eine solche zersetzende Thätigkeit auf den Sublimat kommt indessen doch wohl nicht allen Pflanzen zu, denn ein Exemplar von einem blühenden *Doronicum Pardalianches*, welches ich in einer Sublimatlösung hatte absterben lassen, enthielt in den getrockneten Blättern deutliche Spuren von unzersetztem Sublimat; ein gleiches Resultat fand statt mit jungen Pflanzen von *Pisum sativum*, welche ebenfalls Sublimat aus der Auflösung absorbirt hatten, ohne ihn in ihrem Innern ganz zu zersetzen.

Als der Zeitpunkt eingetreten war, da frische Pflanzen nichts mehr aus der Sublimatauflösung zu absorbiren schienen, sondern in derselben fortlebten, wurde die Flüssigkeit nicht mehr von Kalkwasser und Jodkalium getrübt, dennoch waren in der Auflösung durch hydrothionsaures Ammoniak noch Spuren von Quecksilber wahrzunehmen, welche von neuen Pflanzen nicht mehr absorbirt werden konnten.

Essigsaures Bleioxyd.

Das essigsaure Bleioxyd wird aus seiner Auflösung durch viele Pflanzen absorbirt; merkwürdig ist indess, dass die Pflanzen in diesem Bleisalz nur sehr langsam sterben.

Bei einigen Exemplaren von *Malva* und *Lactuca* war erst nach 2 bis 3 Tagen ein angehendes Verwelken zu bemerken, indem die Blätter anfingen gelb zu werden. Nachdem sie endlich abgestorben waren, fand sich selbst in dem obern Theil derselben essigsaures Bleioxyd, welches daraus durch Wasser aufgelöst werden konnte.

Andere Pflanzen, wie *Hesperis matronalis* und *Scorzonera hispanica,* starben zwar auch allmählig, es befand sich aber in den getrockneten Blättern kein in Wasser auflösliches Bleisalz; es hatte in denselben eine Zersetzung erlitten und konnte nur daraus durch Salpetersäure ausgezogen werden.

Als frische Salatpflanzen zu wiederholten Malen in die Bleiauflösung gestellt wurden, trat zuletzt ein Zeitpunkt ein, wo das Bleisalz gänzlich absorbirt und keine Spur mehr davon in der Flüssigkeit vorhanden war.

Die Absorption des essigsauren Bleioxydes durch *Mercurialis annua* ist von Macaire nachgewiesen worden.*)

---

*) S. Annales de chymie et de physique. Tom. 52. pag. 225.

Mehrere Botaniker sind der Meinung, dass durch gesunde und unverletzte Wurzeln der Pflanzen die Salze aus den Auflösungen nicht absorbirt würden. Um hierüber nähere Aufschlüsse zu erhalten, stellte ich folgenden Versuch an.

Auf zwei grosse, mit destillirtem Wasser benetzte Schwämme legte ich Kressensamen und unterhielt dieselben mit destillirtem Wasser feucht. Als die jungen Kressenpflanzen eine Höhe von etwa zwei bis drei Zoll erreicht hatten, tauchte ich den untern Theil des einen Schwammes in eine verdünnte Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, worauf die Pflanzen nach einigen Tagen abstarben, während die Pflanzen auf dem andern Schwamme, welcher mit Wasser getränkt war, gut zu wachsen fortfuhren.

Die Spitzen der verwelkten, auf dem kupferhaltigen Schwamme gewachsenen Pflanzen wurden mit einer Scheere abgeschnitten, getrocknet und dann auf einem Porzellanscherben verbrannt. In dem eingeäscherten Rückstand befand sich eine leicht wahrnehmbare Menge Kupfer.

Da bei diesen Versuchen die Wurzeln der Pflanzen aus ihrer Stellung nicht gewaltsam verrückt waren, und folglich in keiner Weise verletzt seyn konnten, so ergibt sich, dass gesunde, unverletzte Wurzeln allerdings Salze aus Auflösungen zu absorbiren im Stande sind.

Um indessen keinem Zweifel über das Absorptionsvermögen der Pflanzen mit unverletzten Wurzeln Raum zu lassen, stellte ich noch einige Versuche mit solchen Pflanzen an, deren Wurzeln frei im Wasser hängen, als *Veronica Beccabunga*, *Veronica Anagallis*, *Marsilea quadrifolia*, *Stratiotes aloïdes* und *Cyperus thermalis*.

Diese Pflanzen wurden auf solche Weise in Gefässe gestellt, dass sie mit dem untern Ende ihrer Wurzeln in eine verdünnte Auflösung von schwefelsaurem Kupfer tauchten.

Alle starben nach einigen Tagen, mit Ausnahme von *Stratiotes aloïdes,* obgleich die Wurzeln dieser Pflanzen ganz unverletzt waren.

Auch eine Pflanze mit Luftwurzeln, *Cordyline vivipara,* wurde mit dem äussersten Ende ihrer Luftwurzeln in eine Kupfersalz-Auflösung gestellt, in welcher sie ebenfalls nach kurzer Zeit verwelkte.

Alle ebengenannten Pflanzen enthielten, mit Ausnahme des *Stratiotes aloïdes,* in den getrockneten Blättern ein in Wasser auflösliches Kupferoxydulsalz und theilten dem kochenden Wasser eine smaragdgrüne Farbe mit.

Der *Cyperus thermalis* hatte eine Höhe von drei Fuss und dennoch war in der äussersten Spitze desselben Kupferoxydulsalz vorhanden.

Dass die Verletzung der Wurzel zur Absorption der Pflanzen nicht nothwendig zu seyn scheint, geht auch noch daraus hervor, dass junge, in einem Topfe stehende Kressenpflanzen, welche an der Wurzel mit einer verdünnten Kupfersalz-Auflösung begossen wurden, nach acht Tagen zu verwelken anfingen und Kupfersalz absorbirt hatten.

Bei sehr compacten, saftreichen Pflanzen ist die Absorption indessen schwierig. Ein in einem Topfe stehendes Exemplar von *Cereus variabilis* wurde während sechs Wochen täglich mit verdünnter Auflösung von schwefelsaurem Kupfer an der Wurzel begossen, ohne dass die Pflanze Kupfersalz absorbirt hatte oder zu verwelken anfing.

Die Blätter von *Stratiotes aloïdes,* welche als frische Pflanzen lange in einer Kupferauflösung gestanden, theilten dem kochenden Wasser kein Kupfersalz mit, selbst dann nicht, wenn das

Wasser zuvor mit etwas Salpetersäure versetzt war; durch diese Pflanze war also keine Spur von Kupfersalz absorbirt worden.

Die frischen oder getrockneten Blätter von *Stratiotes aloïdes* haben die Eigenschaft, durch Benetzen mit verdünnten Säuren stark aufzubrausen und kohlensaures Gas zu entwickeln. Wird Säure auf die Oberfläche der frischen Blätter dieser Pflanze gebracht, so entsteht indessen kein Aufbrausen; nur bei den zerschnittenen Blättern ist diess auf eine sehr lebhafte Weise der Fall. Mit den übrigen, eben genannten, zerschnittenen Wasserpflanzen bringt die Salzsäure kein Aufbrausen hervor.

Der ausgepresste und filtrirte Saft der frischen Blätter von *Stratiotes aloïdes* ist gelb, hat einen widerlichen Moorgeruch, braust aber nicht mit Säuren auf, sondern wird nur davon getrübt, eine Veränderung, welche der filtrirte Saft auch auf Zusatz von Weingeist und durch das Aufkochen erleidet. Gyps enthält der filtrirte Saft nicht, aber essigsauren Kalk in grosser Menge.

Der ausgepresste, nicht filtrirte Saft setzt ausser dem grünen Chlorophyll ein schneeweisses Pulver ab, welches in kohlensaurem Kalk besteht.

Also nur *Stratiotes aloïdes* enthält im Innern, gleich den verschiedenen Species von *Chara*, welche bekanntlich mit Säuren stark aufbrausen, eine grosse Menge von kohlensaurem Kalk, was mit den übrigen Wasserpflanzen, welche in den nämlichen, mit hydraulischem Kalk überzogenen Behältern des hiesigen königlichen botanischen Gartens neben einander stehen, nicht der Fall ist. Beim Trocknen der Blätter von *Stratiotes aloïdes* kömmt ein Theil dieses kohlensauren Kalkes verwittert auf der Oberfläche derselben hervor.

Dass die Gegenwart des kohlensauren Kalkes in den Pflanzen der Absorbirung des Kupfersalzes Hindernisse in den Weg legen dürfte, scheint daraus hervorzugehen, dass auch von der *Chara vulgaris L.*, einer mit Säuren stark aufbrausenden Pflanze, welche ich drei Wochen in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer hatte stehen lassen, während dieser Zeit nicht eine Spur Kupfer aufgenommen war.

Equisetum limosum, welches viel Kieselerde enthält, absorbirt dagegen das Kupfersalz aus seiner Auflösung.

Ueber das Vorkommen des Schwefels in den Pflanzen.

Dass in vielen Pflanzen Spuren von Schwefel enthalten sind, ist von Planche, Creutzburg und vielen andern Chemikern auf genügende Weise dargethan worden. Zu den schwefelhaltigen Pflanzen, welche vorzugsweise als solche bekannt sind, gehört vor andern die Gartenkresse (*Lepidium sativum L.*).

Da der Boden in verschiedenen Gegenden keinen freien Schwefel darbietet, so hielt ich es für möglich, dass diejenigen Pflanzen, welche sehr geneigt sind, Schwefel aufzunehmen, auch in einem Boden, welcher keinen freien Schwefel enthält, die Schwefelsäure aus den schwefelsauren Salzen zersetzen könnten, um sich daraus des Schwefels zu bemächtigen, woran sich wohl auch nicht zweifeln lässt. Jedoch habe ich Saamen gesäet in einen Boden, welcher weder freien Schwefel, noch schwefelsaures Salz enthielt, und dessenungeachtet war in den auf solchem Boden gezogenen Pflanzen eine nicht unbedeutende Menge Schwefel vorhanden.

Der Boden, dessen ich mich dazu bediente, bestand in gröblichem Pulver von weissem Glas. Vor der Anwendung wurde das gestossene Glas noch einmal stark erhitzt, ohne es indessen zu schmelzen und dann mit vielem Wasser gewaschen, welches daraus keine schwefelsaure Salze aufgenommen hatte. In diesen Boden säete ich Kressensaamen und unterhielt denselben mit destillirtem

Wasser in feuchtem Zustande. Nachdem die jungen Pflanzen einige Zoll Höhe erreicht hatten, wurden sie mit der Wurzel ausgezogen; die weissen Wurzelfasern wurden alsdann von der Pflanze mit der Scheere abgeschnitten und, nachdem sie gewaschen, zugleich mit der Pflanze schnell getrocknet.

Beim Erhitzen dieser beiden scharf ausgetrockneten Substanzen in einer Retorte zeigte sich, dass nicht nur in den grünen Blättern und Stengeln, sondern auch in den weissen fasrigen Wurzeln eine bedeutende Menge Schwefel enthalten war, was freilich auch mit dem angewendeten Saamen der Fall ist, indessen ist die in den Blättern und Wurzeln enthaltene Quantität Schwefel bei weitem grösser, als in den Saamen.

Da das Glaspulver, auf welchem diese Pflanzen gewachsen, von Schwefel frei war und auch keine schwefelsauren Salze enthielt, da ferner das Wachsen der mit einer Glasglocke bedeckten Pflanze in einem Zimmer vor sich ging, wo keine Schwefeldämpfe vorhanden seyn konnten, so wüsste ich über den Ursprung des Schwefels keine genügenden Aufschlüsse zu geben und es bleibt mir ein Räthsel, woher die jungen Pflanzen bei diesem Versuch den Schwefel entnommen haben sollten. Auch enthielt der ausgepresste Saft der jungen Kressenpflanzen, welche in dem oben bezeichneten Glaspulver gewachsen waren, schwefelsaure Salze, obgleich in dem Glaspulver keine Spur davon wahrzunehmen war.

Um den Gehalt des Schwefels in den Kressensaamen, so wie in den daraus entstandenen Pflanzen annähernd zu bestimmen, machte ich noch folgende Versuche.

Ich liess Kressensaamen keimen in gröblich gestossenem Quarz, in gepulvertem Flintglas, so wie in feiner gut gewaschener Kieselerde, welche aus Kieselfluor-Säure durch Wasser abgeschieden war. In letzterer ging das Keimen und Wachsen nur schwach von statten, in den beiden erstern aber sehr gut. Die jungen auf dem eben benannten Boden gezogenen Pflanzen enthielten nicht nur ein schwefelsaures Salz, sondern auch Schwefel, obgleich weder schwefelsaure Salze, noch Schwefel in dem zum Wachsen angewendeten Material vorhanden waren.

100 Gran Kressensaamen wurden in einer Retorte allmählig bis zum Glühen derselben erhitzt, wobei die sich bildenden Gasarten in Kalilauge aufgefangen wurden. Die Kalilauge wurde alsdann mit essigsaurem Blei versetzt, bis sich kein Niederschlag mehr erzeugte. Der entstandene braune gut ausgewaschene Niederschlag bestand aus Bleioxydhydrat nebst kohlensaurem Blei und aus schwarzem Schwefelblei. Die beiden ersteren wurden in verdünnter kochender Salpetersäure aufgelöst und es blieb nun Schwefelblei zurück, welches mit vielem Wasser gewaschen wurde und nach dem scharfen Austrocknen 0,95 Gran wog, diese entsprechen 0,129 Schwefel. 100 Thle. Kressensaamen enthalten demnach 0,129 Schwefel.

Um nun den Schwefel in den Kressenpflanzen ebenfalls quantitativ zu bestimmen, untersuchte ich die aus 100 Gran aufgegangenen Pflanzen. Sie wogen nach dem Austrocknen 2040 Gran, welche nach der bei den Saamen angegebenen Schwefelbestimmungs-Methode 15,1 Gran Schwefelblei gaben; diese entsprechen 2,03 Gran Schwefel.

Die aus 100 Gran Kressensaamen entstandenen Pflanzen enthalten demnach 25 mal mehr Schwefel, als die zu ihrer Produktion ausgesäeten 100 Gran Saamen selbst.

Auch machte ich den Versuch, ein Gemeng aus fein gepulverten Kressenblättern mit Salpeter und kohlensaurem Kali zu kleinen Portionen in einem glühenden Tiegel zu verpuffen. Der geglühte Rückstand im Tiegel mit Salpetersäure wieder aufgenommen, gab zwar mit Chlorbaryum einen bedeutenden Niederschlag, allein es liess sich auf diese Weise die Quantität des Schwefels nicht mit Sicherheit bestimmen, erstlich weil in der Auflösung des geglühten Rückstandes eine nicht unbedeutende Menge von Schwefelkalium gebildet war und zweitens weil in dem ausgepressten Saft aus der frischen Kressenpflanze selbst schon mehr oder weniger schwefelsaures Kali vorhanden ist.

Als ich 100 Gran gepulverte Kressenblätter, welche mit 100 Gran reinem Salpeter vermengt, allmählig in einem Platintiegel detoniren liess, erhielt ich aus der mit einem Ueberschuss von Salpetersäure versetzten Auflösung des geglühten Rückstandes vermittelst Chlorbaryum 4,6 Gran schwefelsauren Baryt, welche 0,634 Gran Schwefel entsprechen, wovon nun aber die Menge des schwefelsauren Salzes, welches sich in den frischen Kressenblättern befindet, noch abgezogen werden müsste.

Da bei diesen angeführten Versuchen die Berührung mit Schwefel, so wie mit schwefelsauren Salzen sorgfältigst vermieden wurde, so bin ich bis jetzt noch ausser Stande, hier den Ursprung des Schwefels nachweisen zu können.

Schluss.

Aus den angegebenen Versuchen ergiebt sich:

1) dass verschiedene Pflanzen mit ihren unverletzten Wurzeln, wie *Helianthus annuus, Polygonum aviculare, Pisum sativum, Hesperis matronalis* etc. in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer sterben, das Kupferoxydsalz schnell in sich aufnehmen, dasselbe in Oxydulsalz zersetzen und endlich das schwefelsaure Kupfer aus der Auflösung gänzlich absorbiren;

2) dass die genannten Pflanzen auch in einer Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd schnell sterben, dasselbe gänzlich absorbiren und in Kupferoxydulsalz verwandeln;

3) dass schwefelsaure Magnesia, Chlormagnesium, Salpeter und Jodkalium aus ihren Auflösungen durch Pflanzen absorbirt werden, wodurch dieselben mehr oder weniger schnell absterben;

4) dass *Phaseolus vulgaris* und *Matricaria Parthenium* das schwefelsaure Zinkoxyd, so wie das schwefelsaure Manganoxyd absorbiren, ohne diese Salze zu zersetzen und dann sterben;

5) dass die Pflanzen das salpetersaure Kobaltoxyd, so wie das salpetersaure Nickeloxyd absorbiren, davon sterben, allein die beiden Salze aus der Auflösung nicht gänzlich erschöpfen;

6) dass *Tanacetum vulgare* und *Aconitum Napellus* den Tartarus emeticus aus seiner Auflösung in grosser Menge, ohne ihn zu zersetzen, absorbiren und dadurch absterben;

7) dass das kleesaure und weinsaure Chromoxyd-Kali von den Pflanzen zum Nachtheil derselben langsam absorbirt werden, dass hingegen doppelt chromsaures Kali von den Pflanzen schnell und in grosser Menge, ohne zersetzt zu werden, absorbirt wird, wovon sie auch schnell sterben. *Datura Stramonium* und *Galega officinalis* sind die Pflanzen, bei welchen die Absorption am schnellsten vor sich geht; *Iris germanica* absorbirt die Salze aus ihren Auflösungen bei weitem langsamer;

8) dass die Pflanzen das salpetersaure Silber zwar absorbiren und daran sterben, dasselbe aber zersetzen, wobei das Silber in metallischen Zustand reducirt wird;

9) dass das salpetersaure Quecksilberoxydul ebenfalls gänzlich aus der Auflösung absorbirt, aber auch zersetzt wird;

10) dass die Pflanzen den Sublimat aus den Auflösungen absorbiren, wobei er durch einige Pflanzen in Calomel zersetzt, durch andere aber, ohne eine Zersetzung zu erleiden, absorbirt wird;

11) dass das essigsaure Blei von den Pflanzen langsam absorbirt wird und zwar so, dass es von einigen Pflanzen eine Zersetzung erleidet, von andern aber nicht;

12) dass um die Absorption aufgelöster Salze zu bewirken eine Verletzung der Wurzeln nicht unbedingt nöthig sey;

13) dass die Pflanzen, welche im Innern viel kohlensauren Kalk enthalten, als *Chara vulgaris* und *Stratiotes aloides*, die Kupfersalze aus ihren Auflösungen nicht aufnehmen, was auch mit *Cereus variabilis* der Fall ist.

14) endlich, dass nicht hinreichend genügende Thatsachen vorhanden sind, um mit Bestimmtheit nachzuweisen, woher der Schwefel, welcher sich in einigen Pflanzen befindet, entnommen werde.

Untersuchungen

über den

Bau der Zähne bei den Wirbelthieren,

insbesondere den Nagern.

Von

Dr. M. Erdl.

Untersuchungen
über
# den Bau der Zähne bei den Wirbelthieren,
insbesondere den Nagern.

Von

Dr. M. Erdl.

Wenn ich mich in dieser Abhandlung der Bearbeitung eines Gegenstandes unterziehe, welcher in neuerer Zeit so vielfach Object mühsamer Forschungen der berühmtesten Männer wurde, so ist es theils ein innerer Drang, die vielen zerstreuten Beobachtungen zu sammeln, um dadurch eine Uebersicht über den Stand des Wissens in diesem Gebiete möglich zu machen, theils die Absicht, die Entwicklung dieses Standes von den ältesten Zeiten her darzustellen, die früheren, neuen und meine eigenen Beobachtungen aneinanderzureihen, und theils der Wunsch, möglichst naturgetreue Abbildungen zu liefern, an denen es bis jetzt noch gänzlich fehlt. *)

---

*) Ich will hier durchaus nicht *Owen's* Werke zu nahe treten; die Zeichnungen darin sind vortrefflich, nur sind sie nicht der Natur des Gegenstandes gemäss, weil sie immer bei durchfallendem Lichte aufgenommen wurden.

Ueberhaupt hat jeder Zweig des Wissens in unsern Tagen so vielseitig ausgetrieben, dass man nur mehr die letzten Sprossen, die am oberflächlichsten stehen, aber nicht mehr wie sie zusammenhängen, und am wenigsten woraus sie hervorgetrieben haben, sieht, da es ganz üblich geworden ist, einzelne Theile eines Gegenstandes ins Kleinste zu verfolgen, und die verschiedenen Beobachtungen darüber an verschiedenen Orten und in verschiedener Zeit zu publiziren; dadurch aber werden sie so zerstreut, dass solche, welchen nicht eine grosse Bibliothek und viele Zeit zu Gebote steht, gar nicht, und solche, welche alle Hülfsmittel an der Hand haben, nur sehr mühsam zur Ansicht des Standes eines Zweiges des Wissens gelangen können. Daher ist es wohl ein recht grosses und allgemeines Bedürfniss, dass umfassende, monographische Abhandlungen, besonders über die schwierigeren Gegenstände, worüber am meisten gearbeitet wurde, entstehen, welche als umfassende Grundlage für weitere Forschungen dienen und verhindern, dass schon vor Jahrhunderten Gekanntes erst wieder entdeckt werden muss. Bei solcher Bearbeitung aber kommt es wohl nicht darauf an, alle Spezialitäten anzugeben — was bei der Beschränktheit des menschlichen Strebens ja doch nie vollkommen geschehen kann — sondern nur darauf, sie übersichtlich zusammenzufassen, und in diesem Sinne ist vorliegende Abhandlung ausgearbeitet.

Historische Uebersicht

über die allmählige Entwicklung der Kenntniss des innern Baues der Zähne.

Obwohl die Zähne schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Menschen wegen ihrer Festigkeit und Ausdauer gegen die zerstörende Einwirkung der Aussenwelt auf sich zogen, so dass man sie als Symbol der Beständigkeit, als einzig Bleibendes des vergänglichen menschlichen Leibes, in welchem letzterer sogar potentialiter enthalten wäre [1]) betrachtete, so wusste man sie doch nicht von den Knochen zu unterscheiden und hielt sie mit diesen für so sehr übereinstimmend, dass selbst noch *Galen* [2]) sich erklärte, es wäre eine blosse Spitzfindigkeit, einen Unterschied herausfinden zu wollen.

Erst im sechzehnten Jahrhunderte begann man, freilich mitunter aus sonderbaren Gründen, die Zähne als von den Knochen ganz verschiedene Gebilde zu betrachten, und nachdem zuerst *Vesal* [3]) lehrte, sie zeichneten sich von den Knochen dadurch aus, dass sie so frei stünden und mehr ernährt würden, fand schon ***Eustachius*** [4]) Abweichungen im Baue. Er sah an den Zähnen zwei Substanzen: eine äussere, die er mit der Rinde des Baumes vergleicht, und eine innere, von ersterer nach aussen überkleidete, die anfänglich weich ist, nach und nach immer mehr erhärtet und grösstentheils die Form der Knochen annimmt, in ihrem Inneren aber einen kleinen Sinus enthält. [5]) ***J. J. Rau*** [6]) erkannte die Zähne von den Knochen desswegen für so verschieden an, weil sie kein ***Periostium*** haben und kein *Meditullium,* und aus höchst feinen dicht aneinander liegenden

---

[1]) *Spargit humi jussor, mortalia semina, dentes. Ovid. Metamorph.*, eine Sage, welche sich in dem räthselhaften Knöchelchen *Albadaran* der Araber (*Vesalii de corp. hum. fabr. lib. I. cap.* 28.) und *Lus* der Hebräer wiederholt.

[2]) *De usu partium.*

[3]) *De humani corporis fabr. Bas.* 1543. *pag.* 45.

[4]) *De dentibus libellus. Venet.* 1563. 4. *cap. II. pag.* 7.

[5]) Er hat mithin schon Schmelz, Zahnknochen und Pulpahöhle deutlich unterschieden.

[6]) *Dissertatio de ortu et regeneratione dentium. Lugd. Bat.* 1694. 4. *in Halleri collect. diss.* 199. *Thes. X.*

Lamellen bestehen, welche an der Krone eine perpendikuläre Richtung haben.

Diese Lehren haben die Kenntniss vom Zahnbaue wesentlich gefördert und man war durch sie viele Jahre hindurch überzeugt, dass der Zahn aus zwei Substanzen bestände: dem Schmelze und der Knochensubstanz, in derem Innerem eine Höhle für die Zahnpulpa gelegen ist. Dieser Ansicht huldigen gänzlich — um nur einige gewichtige Auctoritäten anzuführen — *P. M. A. Hunter* [1], *Ph. Pfaff* [2], *Bichat* [3]; aber schon *N. Schreger* [4] erwähnt einer Hornsubstanz an der Wurzel der Zähne, welche er jedoch nicht zum natürlichen Zustand der Zähne gehörig, sondern für krankhaft veränderte Knochensubstanz hält. Nach *Schreger* sprechen auch *S.-Th. Sömmerring* [5], *J. Fr. Blumenbach* [6], *G. Cuvier* [7] von dieser Hornsubstanz als einem Gebilde, welches im gesunden Zustande des Zahnes nicht vorkömmt, sondern erst als Andeutung beginnender Verderbniss auftritt. Dieser Meinung scheinen auch *Sérres* [8], *Heusinger* [9], *H. E. We-*

---

[1] *Natural history of the teeth. Lond.* 1771. *supplem.* 1778, ins Deutsche übers. Leipz. 1780; ins Lat. und Holländ. von *Boddaert. Dortr.* 1783.

[2] Abhandlung von den Zähnen des menschlichen Körpers und deren Krankheiten. Berl. 1756. 8.

[3] allgemeine Anatomie übers. von *C. K. Pfaff.* Leipz. 1803. I. Bd.

[4] *Isenflamm's* und *Rosenmüller's* Beiträge zur Zergliederungskunst. Leipz. 1800. Bd. I. Hft. 1.

[5] Knochenlehre.

[6] Geschichte und Beschreibung der Knochen.

[7] im *Diction. des sc. med.*

[8] *Essai sur l'anatomie et la physiologie des dents. Paris* 1817. 8.

[9] System der Histologie. Eisenach 1823. 4. 2. Hft.

*ber*¹), und neuerer Zeit noch *H. G. Bornemann*²) und *G. M. Braun*³) beizupflichten, da sie bei der Beschreibung der Zähne dieser Substanz gar nicht gedenken, ungeachtet unter ihnen *Heusinger* die Zähne zu den Horngebilden rechnet. In neuerer Zeit hat man sich zur Genüge überzeugt, dass in den Zähnen niemals Hornsubstanz existire, was *J. Müller*⁴) schon ziemlich sicher aussprach, ***A. Retzius***⁵) und ***Purkinje***⁶) aber theils chemisch, theils mikroskopisch nachwiesen, und zeigten, dass die fragliche Substanz immer am Wurzeltheile eines Zahnes sich findet und wahre Knochenmasse sey. Seit dieser Zeit unterschied man bis auf unsere Tage am menschlichen und überhaupt am einfachen Zahne: 1) die innere Zahnsubstanz, Zahnknochen, Elfenbein, Röhrensubstanz, in deren Innerem die Höhle für die Zahnpulpa gelegen ist; 2) den Schmelz, welcher die Zahnsubstanz an der Krone, so weit sie aus dem Zahnfleische hervorragt, und 3) die Knochenmasse, welche die Zahnsubstanz am ganzen Wurzeltheile umkleidet⁷).

Während man allmählig über den Bau des menschlichen Zah-

---

1) *Hildebrandt's* Handbuch der menschl. Anatomie. Braunschweig 1830. I. Bd. pag. 205.

2) *Dissertatio de morbis dentium. Marb.* 1831.

3) *Dissertatio de dentitione prima. Monachii* 1833.

4) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftl. Medizin. Jahrgang 1836. Jahresbericht IV.

5) *sur la structure des dents. L'Institut* 1836. 174.

6) in *Fränkel de penitiori dentium humanorum structura observationes diss. Vratisl.* 1836. Auch in *Müllers* Archiv 1836. Jahresbericht.

7) *Brandt* hat übrigens nachgewiesen, dass bei der Steller'schen Seekuh Hornsubstanz und Kalkerde in den ziemlich bartenartigen Zähnen vorhanden ist. *Mémoires de l'Académie de Pétersbourg* 1833; auch in *J. Müllers* Archiv. 1834. 48.

nes ins Reine kam, wurden auch die Untersuchungen von Thierzähnen immer fleissiger vorgenommen und man musste sich bald überzeugen, dass bei ihnen, ausser den oben genannten Substanzen, mitunter noch eine besondere, welche schon *J. Corse* [1]) und *Ev. Home* [2]) mit dem Namen *Caementum* belegten, vorkomme. Dieser Umstand, vereinigt mit der Form mancher Zähne von Thieren, die von der menschlichen sehr bedeutend abweicht, haben den Grund zu den früheren Eintheilungen gegeben.

Eintheilung der Zähne nach ihrem Baue und nach ihrer Form.

Die erste brauchbare Eintheilung hat *G. Cuvier* [3]) gegeben, welche auch sogleich von *Fr. Cuvier* [4]) und *Illiger* [5]) aufgenommen wurde. Sie ist eigentlich nicht aus der Struktur der Zähne entnommen, denn diese kannte man damals nur von verhältnissmässig sehr wenigen Thieren, sondern beruht blos auf der Form derselben.

Die menschlichen Zähne und die Zähne der Raubthiere haben das mit einander gemein, dass sie (wenigstens Schneid- und Eckzähne) ziemlich konische, an der Krone breit gedrückte Körper sind, an welchen man zunächst zwei Substanzschichten unterschei-

---

1) *Observations on the different species of asiatic Elephants and their mode of dentition. Philosophical transactions for the year* 1799.

2) *Some observations on the structure of the teeth of graminivorous quadrupeds; particularly those of the Elephant and Sus aethiopicus. Philos. Trans.* 1799. 237.

3) *Leçons d'anatomie comparée. Seconde édit.* 1835. *IV. prt.* 1.

4) *des dents des mammiféres considérées comme caractéres zoologiques. Paris* 1825.

5) *Prodromus systematis mammalium et avium.* 1811. 8. *pag.* 23.

den kann; die eine, Zahnsubstanz oder Zahnknochen, ist die innere, wird im Zeitraum, wo sie eine der Form des ganzen Zahnes entsprechende Hohle besitzt, von der Pulpa ausgefüllt und aussen von der zweiten Substanzschichte umkleidet; diese aber besteht an der Krone aus Schmelz, an der Wurzel aus Knochenmasse. Solche Zähne nennen obige Autoren *dentes simplices.* Eine kleine Abweichung von dieser Form ist in den Backenzähnen obiger Geschöpfe gegeben, indem dort die Wurzel sich in mehrere Theile spaltet; bei diesen ist dann im untern Theile der Krone und dem Halse[1]) die Pulpahöhle gelegen, welche sich in eben so viele Abtheilungen verzweigt, als Wurzeln an einem Backenzahne sich befinden, so dass dann jede dieser Wurzeln Pulpahöhle, Zahnsubstanz und aussen Knochensubstanz besitzt, wie die einfache Wurzel eines Schneide- oder Eckzahnes.[2])

Einen einfachen Zahn kann man sich, um die folgenden Komplikationen leichter zu verstehen, als einen hohlen Zylinder vorstellen, an dem man auf einem Querdurchschnitte eine Höhle (für die Pulpa) und eine Wandung (aus zwei Substanzschichten bestehend) unterscheidet. Bei vielen Thierzähnen geht nun diese einfache Form verloren, und die einzelnen Substanzen nehmen verschiedene Lagenverhältnisse an; es wird von einem oder von meh-

---

1) Man unterscheidet gewöhnlich an jedem Zahne Krone, Hals und Wurzel; die Gränze der beiden letzten Theile ist aber bei Schneid- und Eckzähnen sehr willkührlich, bei Backenzähnen mit mehreren Wurzeln dagegen leicht anzugeben, und Hals ist bei ihnen der schon von Knochenmasse umkleidete Theil, welcher zwischen der Krone und den Wurzeln liegt und in letztere sich spaltet.

2) eine Abweichung umgekehrter Art findet sich in den Schneidzähnen von *Galeopithecus*, bei dem die Krone in mehrere fingerförmige Partien gespalten ist, welche mit einander aus einer gemeinschaftlichen Wurzel entspringen.

reren Punkten her die Wandung in die Pulpahöhle hereingestülpt, und bildet dann eine oder mehrere Falten, welche, je nachdem sie tief eindringen, entsprechende Veränderungen in der Form der Pulpahöhle hervorbringen, sie verkleinern, oder gar in mehrere kleine Höhlen abtheilen. Die eingestülpte Wand (Falte) besitzt dieselben Substanzen, welche der ganze Zahn von aussen hat, nur eben in umgekehrter Reihenfolge; was im ganzen Zahne äussere Substanz ist, wird im eingestülpten Theile innere, und was im ersteren als innere erscheint, tritt an der Falte als äussere auf. Manchmal schnürt sich die eingestülpte Falte von ihrer Umbiegungsstelle ganz ab, es verwachsen die entsprechenden Substanzen an den sich einstülpenden Rändern und am eingestülpten Theile, und schliessen sich auf diese Weise so in sich ab, dass das eingestülpte Stück wie ein Zahn im Zahne aussieht.

Alle in diese Reihe gehörigen Zähne nennt man *dentes compositi*, welche aber wieder in zwei Abtheilungen zerfallen: in *dentes lamellosi* (blättrige Zähne, *dents composées*) bei welchen mehrere Falten in die Zahnhöhle und zwar an Krone und Wurzel so tief hineingezogen werden, dass dadurch der ganze Zahn in mehrere nebeneinanderliegende Falten oder blättrige Partien abgetheilt erscheint; — in *dentes complicati* (schmelzfaltige Zähne, *dents demi-composées*), bei welchen die Wurzel einfach bleibt und die Faltung nur an der Krone, aber in der Weise sich findet, dass zwar die Falten mehr oder weniger tief in die Zahnhöhle dringen, aber die Krone nicht so in Blätter theilen. ¹)

---

1) *J. Born* (Bemerkungen über den Zahnbau der Fische in *Heusinger's* Zeitschrift für organische Physik, I. 182.) gibt eine Eintheilung der Zähne, aber nur für die Fische, die hier nur vorläufig berührt werden kann. Seine erste Klasse enthält Zähne, welche blos aus Horngeweb (Schmelz) bestehen, die zweite umfasst die überlegten Zähne. Erstere zerfallen

Diese Eintheilung ist jedenfalls ein grosser, neuer Beweis von *Cuvier's* Scharfsinn, denn die allermeisten Zähne kann man in ihr unterbringen, allseitig aber genügt sie nicht, weil sie sich blos auf die Form, aber nicht auf den Bau erstreckt, der doch eigentlich das Wesentliche ist. Wenn wir z. B. die Schneidzähne von *Galeopithecus* betrachten und in eine der obigen Klassen bringen wollen, so müssten sie, blos die Form berücksichtiget, in die dritte einzureihen seyn — was zu thun aber wohl Niemanden einfallen wird. Sollte daher eine Eintheilung allseitig allen Anforderungen entsprechen, so müsste man sich wohl entschliessen, die Zähne aller Thiere genau zu untersuchen, und dann diejenigen einfach nennen, die am einfachsten gebaut sind. Zunächst wären dann die Substanzen, welche einen Zahn zusammensetzen, der Haupteintheilungsgrund und in diesem Falle hätten wir: I. Zähne mit einer Substanz, II. Zähne mit zwei Substanzen, III. Zähne mit drei Substanzen. IV. Zähne mit vier Substanzen; diese Klassen könnte man dann füglich der Form der Zähne nach in Ordnungen theilen: in 1) borstenförmige, 2) plattförmige, 3) konische, 4) zylindrische, welche aber in Rücksicht auf das Verhältniss der harten Zahnsubstanzen zur Pulpahöhle wieder in a) massive, b) hohle, c) verpfropfte, d) kronenfaltige und e) ganzfaltige unterschieden werden müssten. Es würden freilich bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft mitunter Schwierigkeiten sich herausstellen, und von manchem Zahne würde man nicht wissen, in welche Klasse er zu reihen wäre[1],

---

dann a) in solche, welche blos als höhere Entwicklung des Epitheliums der Mundschleimhaut zu betrachten sind; b) in solche, welche sich schon in Säckchen ausbilden.

1) Als Beispiel hiefür können die Zähne der Edentaten gelten, an denen nach mehreren Angaben, der Schmelz fehlen soll, und nach meinen eigenen Untersuchungen in einer etwas veränderten Struktur vorhanden ist.

allein genauere Untersuchungen werden jedesmal hinreichende Aufklärung verschaffen.[1])

Bau der einzelnen Substanzen im Allgemeinen.

Wenn wir den Zahn ohne genauere Untersuchungen mit Mikroskop und chemischen Agentien betrachten, fällt uns zunächst die Pulpa in seinem Inneren auf, welche in eine ziemlich derbe Membran eingeschlossen, theils in dieser, theils aber auch in ihrer eigenen Substanz zahlreiche Gefässe besitzt und in unmittelbarem Zusammenhange mit dem von aussen zu ihr hereinkommenden Aste des Maxillarnerven steht. Sie scheint ganz los in der Pulpahöhle zu liegen und auf keinerlei Weise mit der harten Masse des Zahnes eine Verbindung einzugehen. Die harte Masse scheint desswegen auch gänzlich ohne Nerven und ohne Gefässe zu seyn, so wie auch anderer organischer Gebilde zu entbehren und blos aus Kalkerde zu bestehen. Demungeachtet bemerkt schon das freie Auge eine deutliche, meistens sehr scharfe Sonderung der einzelnen Substanzen von einander, die sich selbst ohne grosse Beschwerde von einander trennen lassen, so dass sie gesondert Untersuchungen unterworfen werden können, was besonders bei Erforschung ihrer chemischen Bestandtheile von grossem Werthe ist. Im natürlichen Zustande sind sie weiss oder gelblich, ganz undurchsichtig, oder nur an den Rändern durchscheinend, werden aber fein geschliffen sehr durchscheinend, und wenn man sie benetzt fast durchsichtig. In Feuer gelegt, mit Alkalien und Säuren behandelt, gehen sie im Ganzen dieselben Veränderungen ein wie die Knochen,

---

1) Eine ähnliche Eintheilung findet sich in: *Descriptive and illustrated Catalogue of the philosophical series of comparative anatomy contained in the museum of the royal College of surgeons in London. Lond.* 1833. *Vol. I.*, wo die Haupteintheilung durch die Substanzzahl, die Unterabtheilung durch die Form der Pulpahöhle (einfache und mehrfache) bestimmt ist.

nur werden die einen Substanzen schneller, die andern langsamer umgewandelt und aufgelöst oder verkalkt.

Es ist kaum von Vortheil, mehr Allgemeines hier anzugeben, weil dieses erst aus sehr genauen speziellen Betrachtungen entnommen werden muss und nicht verständlich ist, wenn man die specielle Beschaffenheit nicht sehr gut kennt; ich gehe daher auch sogleich zur Betrachtung der einzelnen Substanzen über.

Zahnknochen.

Röhrensubstanz, Elfenbein, innere Substanz, eigentliche Zahnsubstanz, *Ebur, substantia ossea s. interna.*

Sie überwiegt an Masse in der Regel die andern Substanzen miteinander, und für sie gilt dann auch vorzugsweise die Behauptung der Alten, dass der Zahn von einem gewöhnlichen Knochen nicht unterschieden sey. *Leuwenhök*[1]) sah zuerst eine bedeutende Strukturverschiedenheit, indem er sie ganz aus schmalen durchsichtigen Röhren zusammengesetzt fand, von denen sechs bis sieben Hunderte miteinander kaum dicker als ein menschliches Barthaar sind. Allein seine mit freilich schlechten Holzschnitten erläuterte, kurzgefasste Beschreibung ist von den späteren Autoren gänzlich unbeachtet geblieben, man blieb nach ihm derselben Meinungen, die man vorher hatte, dass nämlich diese Substanz einerlei mit Knochenmasse sey, so dass selbst noch *Hunter*[2]) von ihr sagt, sie wäre etwas dichter als gewöhnliche Knochen und scheine aus kalkiger Erde und animalischer Substanz zusammen gesetzt zu seyn, welche

---

1) *Microscopical observations on the structure of teeth and other bones* — in den *philosoph. Transact. for the year* 1678. *pag.* 1002 *et* 1003. Dessen *Continuatio epistolarum. Bd. III. Lugd. Bat.* 1780.

2) *l. c.* deutsche Uebers. *pag.* 40.

letztere man mit Gefässen versehen betrachten könne [1]. Die Wurzel hat eine Beinhaut, welche Gefässe enthält, den Zahn von aussen überzieht und im Innern die Pulpahöhle auskleidet. — *Bichat* [2]) behauptet von dieser Substanz, dass sie die knöcherne Portion des Zahnes, die Wurzel und das Innere der Krone ausmache, dass sie aus einem festen sehr dichten Gewebe, ohne alles zellige Gewebe gebildet sey, dass sie in manchfaltiger Richtung laufende, dicht aneinander liegende Fasern habe, die nicht so leicht zu unterscheiden seyen, im Allgemeinen aber die Richtung der Wurzel haben. *Schreger* [3]) bemerkte an ihr einen durch Streifen gebildeten schillernden Habitus; die Streifen selbst aber richten sich seiner Angabe gemäss nach der Form des Grundes der innern Höhle. Weniger entschieden spricht sich *C. Asm. Rudolphi* [4]) über den Bau dieser Substanz aus, und gibt nur an, dass, wenn durch verdünnte Salpetersäure der Schmelz entfernt ist, die Krone (nicht auch die Wurzel) leicht sich in mehrere Stücke theilt, deren Zahl bei den verschiedenen Klassen der menschlichen Zähne ziemlich bestimmt ist. *Serres* [5]) konnte die von *Bichat* angegebenen Fasern nicht finden, sah aber besonders an Zähnen, welche kurze Zeit in Salpetersäure lagen, eine deutliche Gränzlinie zwischen Wurzel und Körpertheil. In verdünnter Salpetersäure gelegene Zähne erweichten ihm, und er konnte dann das Gewebe Schicht für Schicht mit einem Messer aufheben bis zur Wand der Zahnhöhle, wo sich eine dünne aber härtere Schichte befindet, welche zum Schutz der Pulpa zu seyn

---

1) *l. c. pag.* 42. 44. scheint er aber ganz überzeugt zu seyn, dass keine Gefässe im Zahne existiren.

2) *l. c. I.* 65.

3) *l. c.*

4) in *Reil's* Archiv für Physiologie. Bd. III. pag. 401.

5) *l. c. pag.* 45—50.

scheint. Auch *G. Cuvier*[1]) ist nicht tiefer in die Beschaffenheit der Zahnsubstanz eingedrungen. Nach ihm hat jeder Zahn inwendig eine Höhle, welche ziemlich die Form des Zahnes selbst besitzt (Pulpahöhle); ein Kanal durchzieht die Wurzel, um Gefässe und Nerven zu dieser Höhle zu leiten, welche im frischen Zustande von der Pulpa ganz angefüllt wird; sie ist übrigens desto kleiner, je älter der Zahn. Bei der Beschreibung des Gewebes beschränkt sich *Cuvier* auf Angabe der Farbe, Dichtigkeit und konzentrischer Ringe auf Querdurchschnitten, welche entweder regelmässig oder unregelmässig sind, selten fehlen; bei *Orycteropus* ist sie aus parallelen Röhren gebaut, so dass ihr Querdurchschnitt wie der eines Rohres aussieht. Wie in anderen Zweigen des Wissens, so wirkte auch hier die Autorität dieses wahrhaft grossen Mannes auf gleichzeitige und nachgefolgte Forscher so mächtig, dass man ohne weiter sich umzusehen für gänzlich richtig hielt, was er aufstellte, und in allen Werken, in welchen von den Zähnen gehandelt wird, bis gegen die neueste Zeit herauf finden wir *Cuvier's* Beschreibung abgeschrieben und hie und da durch Auslassen entstellt, oder durch Hinzufügung geringer Zusätze wenig verändert. So z. B. stimmt ***Rousseau***[2]) gänzlich mit ihm überein. ***H. E. Weber***[3]), giebt eine genaue Darstellung der physikalischen Eigenschaften, in Beziehung auf die Struktur aber erklärt er nur, dass sie lamellos sey. Eben so ***J. F. Pirer***[4]). Ueber Gefässe und Nerven sprach man sich um diese Zeit entschiedener aus. Früher behaup-

---

1) *Leçons n.* 204.

2) *Anatomie comparée du systéme dentaire chez l'homme et chez les principaux animaux avec* 30 *pl. Paris* 1827.

3) *l. c.* (*ed.* 1832.) 206.

4) Anatomisch-physiologisches Realwörterbuch. Art. Zähne. Bd. VIII. 1829. und Bd. VII. pag. 121 (Säugthierzähne), 136 (Klassifikation), 132 (Entwicklung).

tete *F. Ruysch*[1]), dass Blutgefässe im Zahne vorhanden wären, wogegen *Fr. Lavagna*[2]) und *Oudet*[3]) die Existenz von Gefässen gänzlich läugnen, und behaupten, dass selbst bei Entzündung der Zahnwurzel keine Spur von ihnen zu bemerken wäre. *G. Cuvier*, *E. Weber* und alle in diese Zeit fallende Schriftsteller sind derselben Ansicht.

Da die einzelnen Substanzen von einander trennbar sind, wenigstens der Schmelz von der übrigen Zahnmasse, welche dann fast blos aus Zahnknochen besteht, abgelöst werden kann, war auch eine chemische Analyse dieser Substanz möglich; sie ergab bei den verschiedenen Chemikern verschiedene Resultate: *Pepys*[4]) fand in 100 Theilen dieser Substanz 28,0 thierische Masse, 58,0 phosphorsauren Kalk, 4,0 kohlensauren Kalk — 10,0 Krystallisationswasser und Verlust; *Berzelius*[5]) fand 28,00 thierische Substanz und Krystallisationswasser der erdigen Theile, 61,95 phosphorsauren Kalk, 5,30 kohlensauren Kalk, 210 flussauren Kalk, 1,05 phosphorsaure Magnesia, 1,40 Natron und eine geringe Menge von salzsaurem Natron.

So weit war man in der Kenntniss der fraglichen Zahnsubstanz bis gegen das Jahr 1836 gekommen, wo durch *Purkinje's*[6]) und

---

[1]) *Thesaurus anatomicus. X. n.* 27.

[2]) *Esperienze e riflessioni sopra la carie de' denti umani. Genov.* 1812. 8.

[3]) *Considérations sur la nature des dents et de leurs altérations. Journ. univ. des sc. méd. Tom.* 43.; auch in *Ferussac Bullet. des sc. méd.* 1826. *Dec.* 294.

[4]) in *Meckels* Archiv. 1817. pag. 646.

[5]) in *Gehlen's* Journal für Chemie und Physik. Bd. III. 1807.

[6]) in *Fränkels* Dissertation.

*Retzius*1) Untersuchungen auf einmal wieder entdeckt wurde, was schon im siebzehnten Jahrhunderte *Leuwenhoeck* aufgefunden hatte. Diese beiden Forscher haben nämlich gezeigt, dass im (menschlichen) Zahne die Zahnsubstanz aus einer strukturlosen Masse und aus Röhren bestehe, welche erstere durchziehen; diese laufen eng aneinander gedrängt, parallel, strahlenförmig von der Pulpahöhle nach allen Seiten der Peripherie, nur an der Spitze der Wurzel und in der Mitte der Krone gerade gestreckt, sonst aber in S förmigen, nach der Kaufläche des Zahnes konvexen Biegungen geschlungen. Ausser diesen grossen Biegungen zeigt jede Röhre noch eng an einander gedrängte, wellenförmige Krümmungen, von denen ungefähr 200 auf die Länge 1''' P. M. kommen, die an verschiedenen Zähnen bald zahlreicher bald sparsamer, bald deutlicher gebogen bald mehr gerade gestreckt erscheinen. Sie sind fast überall von gleicher Dicke und verästeln sich auf mehrfache Weise: einmal theilen sich die Röhren selber dichotomisch, geben dann sehr feine seitliche Aeste ab, wodurch die verschiedenen Röhren miteinander zu kommuniciren scheinen, und lösen sich zuletzt an der Peripherie, wo sie an Durchmesser etwas abnehmen, in eine meistens sehr grosse Anzahl von Aesten auf. Die Röhren münden alle in die Pulpahöhle, so dass die Oberfläche dieser an feinen Durchschnitten ganz siebartig durchlöchert aussieht; ihrer Substanz nach unterscheiden sie sich sehr von der Masse, in welcher sie gelegen sind: leztere ist gänzlich durchsichtig und strukturlos; die Röhren selber, welche nach *Purkinje's* Beobachtung durch Capillarität Flüssigkeiten z. B. Dinte aufnehmen, unterscheiden sich nach *Retzius*

---

4) *Mikroskopika undersögningaz öfver Tenderness särdeles Tandbenets Struktur. Stockh.* 8. 1837. Auszug davon in *Valentin* Repertorium 1838. 109. und Bemerkungen über den inneren Bau der Zähne etc. aus Briefen an *Dr. Creplin*, aus dem Schwedischen übers. in *Müllers* Archiv. Jahrg. 1837. pag. 486.

schon durch ihre gelbliche Färbung auffallend, und sind wie *Müller* angiebt, wahrscheinlich mit einem unorganischen Depositum (Kalksalze) gefüllt und in ihren Wandungen damit durchsetzt, weil sie bei auffallendem Lichte undurchsichtig und weiss erscheinen, von Säuren aber ganz durchsichtig gemacht werden. *Retzius* bestätiget diese Vermuthung und sah überdiess die Contenta der Röhren in kleine Klümpchen geformt.

In dieser Substanz finden sich bei den verschiedenen Thierformen sehr bedeutende Abweichungen sowohl in der Zahl und Grösse als auch in der Form und Richtung der Röhrchen. Schon *Fr. Cuvier*, welcher die Röhrchenstruktur noch nicht kannte, behauptet: die Grundsubstanz des Zahnes scheint nicht bei allen Thieren von einerlei Natur zu seyn, in einigen Zähnen, z. B. dem Stosszahn des Elephanten, setzt sie sich in concentrischen Schichten ab, die man als sich in einander schachtelnde Kegel betrachten kann, und welche desto zahlreicher werden, je mehr ein Zahn sich verlängert. Andere Zähne haben mehr ein homogenes Elfenbein. Bei Affen und Fleischfressern ist es seidenartig, wie aus Fasern zusammengesetzt, bei den Cetaceen, dem Eckzahn des Nilpferdes ist es mehr uniformer Textur, matt, bei den Orycteren scheint es aus parallelen Längsfasern zu bestehen.

Retzius hat in den Röhrchen die Verschiedenheit nachgewiesen. Er sah sie im Elephantenzahne, wo sie kleiner sind als beim Menschen, fast unbemerkbar wellig verlaufen, dagegen andere, winklichte, parallele Bewegungen machen, wodurch concentrische Ringe gebildet werden; zwischen ihnen und ihren Verzweigungen sind Kalkzellen als kleine weisse Punkte eingestreut.

Ein höchst merkwürdiges Strukturverhältniss zeigt diese Substanz bei den Edentaten. Schon *Retzius* hat sie von *Bradypus* und *Dasypus* beschrieben, dabei aber auf einige mir sehr wichtig scheinende Punkte gar nicht aufmerksam gemacht, so dass ich es für nothwendig erachte, eine ganz neue Beschreibung zu liefern.

Die Zähne von *Dasypus* (ich untersuchte *Talypeutes sexcinctus*) bestehen nur aus einer einzigen Substanz — aus Elfenbein, an dem man weder an der Wurzel, noch an der Krone einen Ueberzug von anders gestalteter Masse entdecken kann. An der innern Oberfläche der Zahnsubstanz, welche die konisch geformte Pulpahöhle begränzt, glaubt man mitunter, vorzugsweise gegen die Krone hin, eine besondere Substanz wahrzunehmen, in welcher man eine gelbe Färbung und statt der Röhrchen nur dunkle Punkte unterscheidet; allein die Farbe ist nichts Wesentliches, und die Punkte können quer durchgeschnittene Röhrchen seyn, welche nach einer anderen Richtung gelaufen sind, als die noch als solche deutlich sichtbaren. Die Röhrchen sind besonders am 'obern Theile des Zahnes dicht aneinander gedrängt, weit, am unteren Theile aber von einander sehr entfernt, theilen sich häufig dichotomisch und sind bis an den äussersten Rand des Längsdurchschnittes leicht verfolgbar. Sie zeichnen sich von den Röhrchen in anderen Zähnen sehr dadurch aus, dass sie nicht so geschlängelt und ƨ förmig gebogen, sondern sehr gerade gestreckt sind. In der Zwischenmasse dieser Substanz, welche beim Menschen und den höheren Säugthieren ganz homogen erscheint, sieht man hier höchst zarte, ganz durchsichtige Streifen, welche möglichst enge aneinander liegen, keine Theilung erkennen lassen und ebenfalls sehr gerade gestreckt verlaufen; sie sind am ehesten mit den Schmelzfasern höherer Thiere vergleichbar und liefern jedenfalls einen deutlichen Beweis, dass bei diesem Thiere die Struktur des Zahnes doch so einfach nicht ist, als man auf den ersten Blick hin vermuthen möchte, welcher nur die deutlichen Kalkröhren, aber letztere feine Gebilde nicht erkennen lässt.

Bei *Bradypus (tridactylus)* findet sich eine ganz andere Struktur. An diesen Zähnen unterscheidet man zunächst drei Substanzen: 1) die Röhrensubstanz, 2) die Knochensubstanz, welche erstere nach aussen an der Wurzel sowohl, als an der Krone überzieht, und 3) den Pfropf, welcher ebenfalls mit Knochenstruktur übereinstimmt und die von der Röhrensubstanz nach oben (in der Krone) nicht geschlossene Pulpahöhle verschliesst. Die Röhrchen gehen von der Pulpahöhle an nach aussen und etwas nach aufwärts, krümmen sich dann bogig, mit der Konvexität nach abwärts gerichtet, und laufen wieder nach aussen und stark nach aufwärts. Diess gilt jedoch nur von dem unteren Theile der Wurzel, welcher ohne Pfropf ist; wo letzterer beginnt, sind die Röhrchen sehr dünn, liegen sehr enge aneinander, richten sich viel mehr nach aufwärts, biegen dann ziemlich plötzlich und alle an derselben Stelle um, gehen mehr nach aussen als aufwärts, und nehmen, weit von einander weichend, den Verlauf der in der Wurzel beschriebenen Röhrchen, nur mit der Auszeichnung, dass sie sich immer mehr nach aufwärts richten und ihre nach abwärts gerichtete Konvexität immer schwächer wird, je mehr sie sich der Kaufläche nähern. Die Substanz sieht nach der Umbiegungsstelle ganz anders aus, als vor derselben, so dass man an dieser Partie ein Analogon von Schmelzbildung zu sehen glaubt, zumal auch die Biegung der Röhren mit der der Schmelzfasern viele Aehnlichkeit hat. Anfänglich theilen sich die Röhrchen sehr häufig dichotomisch, zeigen seitlich fast niemals glatte Ränder, sondern sind wie mit stumpfen Zähnen besetzt, welche man allenfalls für abgehende seitliche Aeste ansehen könnte, es aber doch nicht zu seyn scheinen; nach der Umbiegung theilen sie sich viel seltener, scheinen etwas weiter zu werden, und verschmälern sich dann erst gegen die Peripherie der Substanz wieder, wo sie sich deutlich wieder gablig theilen, aber nicht in die das Elfenbein umgebende Knochensubstanz übergehen, da man zwischen ihren freilich nie ganz deutlich wahrnehmbaren Enden und der Knochensubstanz einen zur Elfenbeinmasse gehörigen Substanzstreifen wahrnimmt, welcher gänzlich aus homogener Masse zu bestehen scheint. In näherer Beziehung steht jedoch die Röhrchensubstanz mit dem Pfropfe im oberen Theile der Pulpahöhle. Dieser lässt viele, ziemlich weit von einander stehende, sehr dicke Kalkröhren erkennen, welche in der Mitte perpendikulär stehen, nach aussen aber sich desto mehr auswärts neigen, je näher sie der Elfenbeinmasse kommen. Zwischen diesen Röhren, ganz unregelmässig eingestreut, liegen kleinere meist rundliche, und grössere, in der Regel sehr unbestimmt geformte, fleckig aussehende, weisse, undurchsichtige Massen (Kalkhöhlen), welche wenigstens an manchen Stellen deutlich aus engeren Röhren, die nach verschiedenen Richtungen laufen, zusammengesetzt sind, übrigens mit den grossen Röhren in keiner bemerkbaren Verbindung stehen. Diese beiden Gebilde, die grossen Röhren und weissen Massen setzen sich in die Röhrensubstanz hinein eine grosse Strecke weit fort, so dass nicht nur keine Gränze zwischen Pfropf und Elfenbein zu bemerken ist, sondern letzteres aus ersterem sich herauszubilden scheint. Die Röhren des Elfenbeines, so lange sie mit der Pfropfmasse vermengt sind, zeichnen sich von ihrem weiteren Verlaufe dadurch aus, dass sie viel derber gebaut erscheinen, unregelmässiger verlaufen und häufig dicke, verschieden gekrümmte Aeste abgeben, mittelst deren sie oft anastomosiren. Oft sieht man auch aus den grossen, fleckîgen Massen Röhrchen hervortreten, welche sich unmittelbar in das Elfenbein senken und in ihm als gewöhnliche Zahnröhrchen verlaufen.

Ich erwähnte dieses Zahnes ausführlicher als es eigentlich dem Plane dieser Abhandlung nach hätte geschehen sollen; ich that es aber nur desswegen, weil ich in dem Verhalten des Pfropfes zur Röhrensubstanz ein Strukturverhältniss zu sehen glaube, welches mit einer Bildung im menschlichen Zahne viele Aehnlichkeit zu besitzen scheint. Die Pulpa nämlich verliert in den Zähnen alter Leute, vorzugsweise in den Eck- und Backenzähnen, ihre

Bedeutung und Struktur ganz und gar und wird in eine harte Masse umgewandelt 1), welche man dann auch als einen Pfropf in der Pulpahöhle betrachten kann. Die Struktur dieser erhärteten Pulpa hält das Mittel zwischen Knochen- und Elfenbeinmasse und nähert sich bald mehr der einen, bald mehr der anderen. Man sieht in ihr meistens rundliche, undurchsichtige, weisse Stellen von bedeutendem Umfange, welche Querdurchschnitten von Knochenkanälen ganz ähnlich sehen und auch wie diese nach aussen von konzentrischen Ringen (Schalen) umgeben werden. In diesen Ringen und zwischen ihnen erscheinen Röhrchen, wie die des Elfenbeines, welche bald einzeln, bald in kleineren oder grösseren, mitunter sehr grossen Büscheln beisammen liegen, und letztere sind schon dem freien Auge deutlich wahrnehmbar, dem sie ganz wie die Elfenbeinsubstanz vorkommen. Die einzeln liegenden Röhrchen sind meistens ganz unregelmässig untereinander geworfen, selten von bedeutender Länge, meistens kurz, stark und mehrfach in verschiedenen Richtungen, bald bogig, bald winklig gebogen und geben viele seitlich laufende Aeste ab, mittelst welcher sie anastomosiren; häufig theilen sich diese Aeste wieder mitunter in ganze

---

1) *E. H. Weber in Hildebr. Anat.* erwähnt, dass die Pulpa manchmal verknöchert, dann das Ansehen des Zahnknochens habe, von ihm aber immer geschieden bleibe. Mir ist es noch nie vorgekommen, dass die ganze erhärtete Pulpa das Ansehen des Zahnknochens gehabt hätte; immer fand ich sie noch durchsichtig, und nur an manchen Stellen zeigten sich kleine Partien vom Ansehen des Zahnknochens. *G. Cuvier in Leçons d'anatomie comp.* 209. sagt nur, dass die Pulpa manchmal durch eine Art Krystallisation erhärtet, und *Purkinje* und *Müller* (Arch. 1836. IV.) fanden das Innere der Wurzel älterer Zähne mit eigentlicher Knochensubstanz ausgefüllt, was *J. Müller* später noch bestätigt. *Lasaigne* (im *Journal de pharmacie. Janv.* 1821, auch im Lehrbuche der Thierchemie von *Berzelius*, übers. von *Wöhler*, Dresd. 1831.) hat die verknöcherte Pulpa chemisch untersucht und in ihr thierische Substanz 40,5, phosphorsauren Kalk 38, kohlensauren Kalk 21,5 gefunden.

Büschel von kleinen Zweigen. Die in Büscheln beisammen stehenden Röhrchen verlaufen nach einer gewissen Richtung (meistens gegen aufwärts und auswärts) hin, aber immer stark geschlängelt und winklig gebogen, geben zu beiden Seiten dicke und viele Aeste ab und verlieren sich entweder wieder in der erstarrten Pulpamasse, oder erreichen die Elfenbeinsubstanz und setzen sich in diese als ihr angehörige Röhrchen fort. Dieses kann aber offenbar nur dadurch geschehen, dass die in der erstarrenden Pulpa sich bildenden Kalkröhrchen schon in einer Richtung entstehen, welche mit der Richtung der Röhrchen in der entsprechenden Elfenbeinmasse harmonirt, und dass diese neu gebildeten Röhrchen an die normal vorhandenen, wenn sie sich bis zu diesen verlängern, anwachsen, so dass zwischen beiden keine Gränze mehr wahrzunehmen ist.

Ein merkwürdiger Bau des Elfenbeines findet sich im Schneidezahn des Pferdes, an welchem überhaupt sehr viel Eigenthümliches zu sehen ist. Die äussere Substanzlage (gleichsam Rinde) ist Knochenmasse (an Wurzel und Krone), dann folgt der Schmelz, welcher bis tief in die Wurzel hinab sich erstreckt, dann die Röhrchensubstanz, innerhalb welcher die Pulpahöhle — aber nur im untern Theile des Zahnes liegt, im obern ist sie durch einen kegelförmigen Pfropf ganz ausgefüllt, an welchem die äussere Substanz Röhrchensubstanz, die zweite Schmelz, und die innerste Knochensubstanz ist. Am konvexen Theile des Zahnes und des Pfropfes zeigt das Elfenbein keine sehr besondere Eigenschaft, die schönen harmonirenden wellenförmigen Biegungen der Röhrchen abgerechnet, die vorzugsweise in der Mitte dieser Masse sehr ausgebildet sind; dagegen hat es ein ganz besonderes Ansehen am konkaven Theile. Die Röhrchen liegen dort nie so regelmässig wie gewöhnlich, sondern scheinen mehr willkührlich untereinandergeworfen zu seyn: sie spalten sich schon nahe an ihrer Ursprungsstelle in gablige Aeste, welche gar oft eine andere Richtung einschlagen, als ihr Stamm hatte, sich hakenförmig nach aufwärts (selten nach abwärts) krümmen, und in gablige Aeste spalten, welche wieder ziemlich unregelmässig verlaufen und neue, ähnliche Theilungen eingehen. Dadurch bekömmt das Ganze das Ansehen von Verwirrtheit, welches aber in der Nähe des Schmelzes sich wieder verliert, indem dort die sehr fein gewordenen Röhrchen wieder miteinander parallel nach auf- und auswärts wie gewöhnlich laufen. Sie theilen sich zuletzt nochmals und die daraus hervorgebrachten Aeste enden in kleine wie Knochenkörperchen aussehende Kalkzellen, welche am obersten Theil der Krone sparsam vorhanden sind, nach abwärts aber immer reichlicher werden, und so eine Art Zwischensubstanz zwischen Elfenbein und Schmelz formiren. Diese Unregelmässigkeit im Verlaufe der Röhrchen scheint vom Pfropfe bedingt zu seyn, da sie sich nur so weit nach abwärts erstreckt, als dieser sich in die Pulpahöhle hineinschiebt; wo er endet, dort beginnen dann auch die Röhrchen so regelmässig, wie auf der konvexen Seite des Zahnes zu verlaufen. In der Elfenbeinmasse des Propfes haben die Röhrchen eine ähnliche Unregelmässigkeit, welche aber am konkaven Theile grösser ist als am konvexen.

Bei Backenzähnen mit mehreren Wurzeln von Menschen und Säugethieren, besonders vom Kalbe sieht man noch eine besondere Art von Verlauf der Röhrchen. Da wo die Wurzeln am Zahnkörper zusammentreffen, gehen die Röhrchen in der Elfenbeinmasse anfangs ziemlich regelmässig von der Pulpahöhle nach abwärts, sind anfänglich mehr gerade gestreckt, weiter unten mehr geschlängelt, geben im Ganzen wenige und meistens stark gebogene, nach verschiedenen Richtungen laufende, lange Aeste ab, theilen sich selbst öfters dichotomisch und biegen bald mehr in der Mitte der Substanz, bald näher an der unteren (äusseren) Oberfläche derselben in Schlingen um, um wieder zurückzulaufen. Sehr auffallend ist es, dass die Röhrchen sich gerne in bald grössere bald kleinere Bündel zusammengesellen, aus denen sie dann wieder mehr sich zerstreuend hervortreten, um schlingenförmig umzubiegen. Am schönsten ist die Umbiegung beim Kalb zu sehen, wo sie auf den ersten Blick gar lebhaft an die Umbiegungsschlingen der Nervenfaden erinnern.![1])

Bei den Raubthieren gleicht die Röhrchenvertheilung in der fraglichen Stelle des Elfenbeines nahe der am oberen Theile der konkaven Partie des Schneidezahnes vom Pferde beschriebenen; man findet jedoch auch sehr deutliche Umbiegungsschlingen. Alle Röhrchen biegen sich niemals um; immer laufen mehrere, oft auch die meisten ganz zur unteren Peripherie des Elfenbeines, geben oft seitliche Aeste ab und spalten sich zuletzt in mehrere Zweige, welche sich in kleine Kalkhöhlen senken.

Bei den Schneidezähnen von Pferden sieht man auf Querdurchschnitten, welche ungefähr aus der Mitte genommen sind, die Röhrchen des Elfenbeines auf der nach auswärts und rückwärts gerichteten Seite in Büscheln vom Rande der Pulpahöhle entspringen. In diesen Büscheln, welche von der Pulpahöhle an gegen die Peripherie ziemlich schnell breiter werden, liegen die Röhrchen selten nur etwas gerade gestreckt, meistens ziemlich unregelmässig und einander nicht parallel gebogen; erst da wo die verschiedenen Büschel durch das Breiterwerden einander begegnen, nehmen sie dann die gewöhnliche Richtung wieder an.

Bei den Amphibien findet sich diese Substanz jedesmal und zeigt im Ganzen keine besondere Struktur, nur ist die Pulpahöhle immer viel grösser als bei Säugethieren; bei Crocodilus, wo Schmelz Elfenbein und Knochenüberzug der Wurzel vorkommen, sind die

---

1) Tab. II. Fig. 4.

Röhrchen sehr eng aneinander gereiht, etwas gerader gestreckt als gewöhnlich, und münden mit ihren letzten, peripherischen Aesten in kleine Kalkhöhlen. Bei *Proteus anguinus* fand *Valentin*[1]) dünnen Schmelz und Elfenbein, das keine besondere Struktur zeigte.

In der Reihe der Fische findet sich aber wieder eine grosse Manchfaltigkeit im Baue der Zähne überhaupt und in der Struktur der einzelnen Substanzen. Bei mehreren,[2]) wie den Labriden, Sparoiden ist eine einzige Pulpahöhle, von der aus die Röhrchen des Elfenbeines in rechten Winkeln ausgehen und zur Peripherie eilen; bei anderen, z. B. *Acanthurus, Dictyodus,* findet sich im Elfenbeine ein Netzwerk von Markkanälen, deren Zwischenräume mit Röhrchen und Kalkzellen ausgefüllt werden. Die Markkanälchen sind direkte Fortsetzungen von denen des gemeinen Knochens, mit welchem die Zahnbasis verwachsen ist, oder in welche sie umgewandelt wurde. Die Markkanäle gehen parallel bald mehr gerade, bald wellenförmig gebogen durch die Elfenbeinmasse, verzweigen sich reichlich und verengen ihr Lumen desto mehr, je mehr sie sich der Oberfläche des Zahnes nähern. Bei einer dritten Gruppe von Fischzähnen finden sich im Elfenbeine wieder mehrere Markkanäle, welche weniger parallel laufen und in ungleicher Entfernung von einander liegen; aus jedem Markkanal kommen Röhrchen, und die letzten Verzweigungen dieser senken sich zum Theil in kleine Kalkzellen, zum Theil verbinden sie sich gegenseitig, so dass dann die Röhrchen verschiedener Markkanäle miteinander anastomosiren; die Markkanäle selber theilen sich dichotomisch und anastomosiren miteinander. Beispiele: *Acrodus, Cestracion Philippi.* Eine vierte Gruppe von Fischzähnen zeichnet sich dadurch aus, dass das Elfenbein von parallelen, gleich weit von einander entfernten Markkanälen durchzogen wird. Jeder Markkanal hat sein System von Röhrchen, die aber für jeden besonders bleiben und gegenseitig nicht anastomosiren; es legen sich sogar zwischen die einzelnen Systeme Scheidewände von Cement, so dass dann fast jeder Markkanal mit seinen Röhrchen einen Zahn von konischer Form darstellt. Dieser Bau findet sich bei *Pristis, Myliobates, Zygobates* und den Chimäraiden.

---

[1]) *Valentin's* Repertorium. Jahrgang 1836. p. 291.

[2]) *Odontography or a treatise on the comparative anatomy of the teeth, their physiological relations, mode of developement and microscopic structure. Lond.* 1840. Vol. 1.

Schmelz des Zahnes.

Email, *substantia vitrea, indumentum vitreum*, umzieht an den Zähnen des Menschen und der meisten Säugethiere und Amphibien, so wie vieler Fische den Theil des Elfenbeines, welcher über den Alveolarrand der Kiefer hervorragt; bei manchen Thieren jedoch, z. B. mehreren Nagern, den Schneidezähnen des Pferdes geht er noch weit in den Wurzeltheil hinab, bei noch anderen, z. B. *Hippopotamus*, den Schneidezähnen der Nager, überzieht er nur die vordere und einen Theil der seitlichen Fläche, aber die hintere nicht.

Ueber den eigentlichen, feineren Bau dieser Substanz hatte man in früheren Zeiten keine Vorstellung, man betrachtete den Schmelz mit freiem Auge und einfachen Gläsern, und glaubte die Strukturverhältnisse gefunden zu haben. Wenn selbst *Hunter* sagt, der Schmelz bestehe aus Fasern, welche von aussen nach innen laufen und dadurch, indem sie ein Gewölbe bilden, verhindern, dass der spröde Schmelz beim Kauen zerbreche, so ist es doch gewiss, dass er seine Beschreibung nach der Bruchfläche des Schmelzes, wie sie sich dem freien Auge darstellt, genommen hat. Weniger könnte man glauben dass *Schreger* die feinere Struktur erkannt habe, wenn er angiebt, dass die Fasern im menschlichen Schmelze so gekrümmt seyen, dass ihre Concavität der Concavität der Kaufläche, die Convexität der Wurzel zugekehrt sey.[1] *Heusinger* sah den Schmelz aus eng aneinander liegenden Fasern zusammengesetzt, welche fast senkrecht auf dem darunter gelegenen Elfenbeine stehen; sie schienen ihm nicht ganz senkrecht, sondern etwas lockenartig gekräuselt zu seyn. *Cuvier*, *Burdach*[2], *E. H. Weber* waren in der Kenntniss der feineren Struktur dieses Gebildes nicht vorwärts geschritten, sie beschränkten sich fast blos auf die Darstellung der physikalischen Eigenschaften desselben. Nach ihnen ist der Schmelz viel härter und kompacter als das Elfenbein, giebt am Stahle Funken[3], enthält viel weniger Gelatine, löst sich fast ganz in Säuern auf, ist dünner aufgetragen gegen den Zahnhals, dicker auf der Kaufläche. Auf dem Bruche sieht man viele Fasern, die deutlicher[4] als in der innern Substanz erscheinen; sie sind überall perpendikulär gegen die Oberfläche des Zahnes gerichtet[5]. Bei den Thieren bemerkt man an ihnen kaum eine andere Verschiedenheit als in der Dicke; am deutlichsten sind sie im Backenzahne des Elephanten, wo sie wie Asbest, aber nicht immer geradlinig aussehen. Die

---

1) *Schreger* stellt mit seiner Zeichnung eines horizontalen Durchschnittes drei sich unterscheidende Schichten dar, die er auch so im Texte angibt: 1) eine graue Bande, welche die äusserste und breiteste ist; 2) eine mittlere, milchweisse, weit schmälere, linienartige; 3) eine eben so schmale innere, wiedernm graue, welche unmittelbar um das Elfenbein anliegt.

2) Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. V. 167. VI. 925. 929.

3) *Bartholin*, *Gagliardi* und *Blumenbach* zweifeln daran, *Sömmerring* aber bestätigte es neuerdings.

4) der deutlichste Beweis, dass diese Autoren die Schmelzfasern nicht gesehen haben, denn diese sind vielmals zarter und schwerer zu beobachten, als die Röhrchen des Elfenbeines.

1) Dasselbe bemerkte auch schon *Blake an essay on the structure and formation of the teeth. London* 1802.

Gränze des Schmelzes und der inneren Substanz wird durch eine graue und eine daneben liegende, mehr weissliche Linie bezeichnet. — Von dem Elfenbeine unterscheidet sich der Schmelz dadurch, dass er sehr wenig oder gar keine verbrennliche Substanz enthält, sondern fast ganz allein aus erdigen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, daher er auch in Salpetersäure nicht gelb wird; dass, wenn auch thierische Substanz vorhanden ist, diese kein zusammenhängendes Ganzes bildet[1]), weil bei der Auflösung der erdigen Bestandtheile in Säuren keine thierische Substanz übrig bleibt, welche die Gestalt des Schmelzes hätte. Der Schmelz ist übrigens milchweiss, bläulich, die dichteste, schwerste, härteste Masse des ganzen menschlichen Leibes[2]). So lange der Zahn seine natürliche Feuchtigkeit hat, lässt sich der Schmelz vom Elfenbeine nicht trennen, springt aber beim Austrocknen und besonders beim Erhitzen ab.

Die chemischen Analysen des Schmelzes weichen etwas von einander ab. Nach *Morichini*[3]) enthält er thierische Substanz 30, Kalkerde 33, Magnesia 9, Thonerde 5, Phosphorsäure und Flusssäure 22, Kohlensäure 1 Theile (100); nach *Pepys* ergaben sich 16 Krystallisationswasser und Verlust, 78 phosphorsaurer Kalk und 6 kohlensaurer Kalk; nach *Lasaigne*[4]) besteht er aus 20 Theilen thierischer Substanz, 72 phosphorsauren Kalk, 8 kohlen-

---

1) von unreifen Zähnen lässt sich, wenn sie mit Säuern behandelt werden, die organische Substanz zusammenhängend darstellen. *Schwann* Mikroskopische Untersuchungen etc. 1839. pag. 118.

2) daher findet man häufig an ehemaligen Begräbnissplätzen, welche schon vor Hunderten von Jahren als solche gedient haben, noch Zähne oder doch Zahnkronen, wenn auch sonst keine andere Spur mehr von einem menschlichen Leibe (*Balbin miscell. Bohem. Dec.* 1. *L.* 4. *pag.* 1.)

3) in *Schreger osteochemiae specimen pag.* 14.

4) bei *Rousseau pag.* 202.

sauren Kalk, im Rinderzahne aber aus 1,0 thierischer Materie, 68,0 phosphorsauren Kalk und 1,0 kohlensauren Kalk [1]; *Berzelius* dagegen fand in 100 Theilen: 2,0 häutige Substanz, Wasser, Knorpel und vielleicht zufällig anhängende Knochensubstanz, 85,3 phosphorsauren Kalk, 8,0 kohlensauren Kalk, 3,2 flusssauren Kalk, 1,5 phosphorsaure Magnesia [2]).

In unseren Tagen hat sich die Lehre vom Baue des Schmelzes durch die Untersuchungen von *Purkinje* und *Retzius* ganz umgestaltet. Er besteht aus Fasern, die ihrer Form wegen auch Schmelzprismen genannt werden, immer eine bestimmte, vier- oder sechseckige Form zeigen, in Lamellen oder mehr unbestimmte Partien zusammentreten, und wegen ihrer Durchsichtigkeit und ausserordentlichen Zartheit nur mittelst guter mikroskopischer Vergrösserung gesehen werden können [3]). Mit ihrem einen Ende stehen sie am oberen (mittleren) Theile der Krone senkrecht, am untersten horizontal, und in den Zwischengegenden quer auf dem Elfenbeine an, mit dem andern bilden sie, da sie sich möglichst eng aneinander legen, die äussere Oberfläche der Krone; das innere Ende aber ist immer kleiner, das äussere umfangsreicher weil die Schmelzfaser von innen nach aussen immer dicker wird. Diese Enden geben, ihrer regelmässigen Form wegen, der äusseren und inneren Oberfläche des Schmelzes das Ansehen einer Bienenwabe, und auch die Querdurchschnitte zeigen besonders an Zähnen

---

1) ist wahrscheinlich nicht Schmelz allein gewesen, was *Lasaigne* untersuchte.

2) in früheren Zeiten wurden keine genaueren Analysen vorgenommen; so z. B. giebt *Hatchett* in *Homes* oben a. Abhandlung nur an, dass der Schmelz aus Kalk, Leim und Phosphor bestehe. *Fr. Cuvier* hebt als vorzugsweisen Bestandtheil den flusssauren Kalk hervor.

3) Tab. II. fig. 5.

mit breiter Kaufläche denselben Bau. Die einzelnen Schmelzfasern laufen jedoch niemals gerade gestreckt von der Oberfläche des Elfenbeines zur äusseren Kronenfläche, sondern sind immer mehr oder weniger ƨ- und wellenförmig gebogen, zeigen oft bei Thieren grosse Abweichungen in ihrer Richtung und besitzen an ihrer Oberfläche häufig Querstreifen, welche mitunter wie die der Muskelbündel sich ausnehmen, öfters auch viel unregelmässiger erscheinen. Sie laufen immer parallel, biegen sich desswegen auch alle harmonisch; die ƨ förmigen Biegungen lassen vom freien Auge sich nie bemerken, aber die kurzen wellenförmigen erscheinen, eben weil alle Fasern zugleich sich biegen, wie querüber laufende, seidenartig glänzende Streifen, nach denen man den Schmelz aus konzentrischen, schaligen Lamellen zusammengesetzt halten könnte. Wenn man die innere Oberfläche des Schmelzes genauer betrachtet, ergiebt sich, dass sie sehr uneben ist und viele Hügelchen und Vertiefungen besitzt; auf den Hügelchen selber stehen dann die eckigen Prismenenden, welche immer convex sind. Mit dieser Oberfläche ist nun der Schmelz wohl dem Elfenbeine zugekehrt, liegt ihm aber nie unmittelbar an, da zwischen beide Substanzen ein eigenthümliches, von *Berzelius* zuerst gefundenes zartes Häutchen liegt, das sich überall zwischen sie drängt und verhindert, dass sie sich irgendwo berühren. Es hat keine Spur von Fasern, auch sonst keine bestimmte Struktur, ist aber immer bräunlich und zeigt sehr viele Löcher oder doch verdünnte Stellen, welche den konvexen Schmelzfaserenden zu entsprechen scheinen. Man kann es in der Regel nur dann zu Gesicht bekommen, wenn man einen Zahn in nicht zu starke Säure legt und nun den Schmelz auflösen lässt, bis er aller verschwunden ist.

Ich habe mich durch eine bedeutend grosse Reihe von Untersuchungen überzeugt, dass die Lehre vom Schmelz wohl noch lange nicht geschlossen ist. In manchen menschlichen Zähnen ist die Schmelzmembran, welche *Berzelius* beschreibt, auf Längs- und

Querdurchschnitten als scharfe Gränze zwischen Schmelz und Elfenbein sehr deutlich zu sehen, oft aber ist sie weniger klar; in beiden Fällen gewahrt man gar nicht selten, dass einzelne oder mehrere Röhrchen des Elfenbeines mitunter eine beträchtliche Strecke weit in den Schmelz hineinlaufen und dort plötzlich enden, ja in manchen Zähnen sehe ich ganz klar und deutlich sich diese Röhrchen als Schmelzfasern durch die ganze Dicke des Schmelzes erstrecken; immer aber scheint eine Umwandlung mit ihnen vorzugehen, denn ihr eigenthümliches, weisses Ansehen, das sie im Elfenbeine besitzen, behalten sie im Schmelze nur einen ganz kurzen Weg bei, werden dann durchsichtig und nehmen gänzlich das Aussehen der Schmelzfasern an. Die Schmelzfasern laufen durchaus nicht immer so regelmässig, wie es oben beschrieben wurde; häufig, besonders in Backenzähnen, sind sie sehr unregelmässig; man unterscheidet oft einzelne Bündel von Fasern, die an der Gränze des Elfenbeines ziemlich dicht aneinander liegen, gegen die Kronen-Oberfläche aber divergiren und ihrer Biegungen wegen wie ein haarreicher, geschwungener Pferdeschwanz aussehen; die verschiedenen Bündel aber laufen bald mehr gerade nach aufwärts, bald direkter nach auswärts und schlingen sich manchmal untereinander hinein. Die Durchschnittsfläche der Schmelzfasern habe ich öfters mit grösster Aufmerksamkeit betrachtet, allein es wollte mir nie gelingen, an ihnen eine sechseckige Form zu bemerken, wie sie *Retzius* sah, oder eine viereckige wie *Purkinje* behauptet; sie kamen mir immer mehr unbestimmt und wenigstens an einem grossen Theile ihres Umfanges mehr abgerundet vor.

Wenn man einen Zahn in verdünnte Salzsäure legt, so hebt sich in kurzer Zeit von der äusseren Oberfläche des Schmelzes ein zartes Häutchen empor, das nie im ganzen Zusammenhange, sondern nur in einzelnen Fetzen sich darstellt, weil es, schon während es sich aufhebt, von der stürmisch unter ihr aus dem Schmelze sich entwickelnden Kohlensäure zerrissen wird. Unter dem Mikroskope hat sie ein Epitheliumartiges Ansehen und scheint aus kleinen Zellen, welche freilich nicht immer sehr deutlich sich zeigen, zusammengesetzt zu seyn; ja in ihrer Mitte sieht man sogar oft auch noch einen Nukleus und Zellenkörperchen unter ihrer Membran. Diesen häutigen Ueberzug des Schmelzes fand ich an frischen und schon Jahre lang getrockneten Zähnen.[1])

Bei den Thieren findet sich in der Richtung der Schmelzfasern sowohl im Verhältniss zur Zahnoberfläche als auch zu einander sehr bedeutende Abweichungen, die ich aber später bei der speziellen Betrachtung der Nagerzähne anführen werde, weil diese sehr gut für Repräsentanten der verschiedenen Formen gelten können. Ich erwähne hier nur noch, dass bei Zähnen, welche noch in der Bildung begriffen sind, am besten sichtbar im letzten Backenzahne des Kalbes oder Lammes, der Schmelz noch ganz weich ist, demungeachtet aber schon die gesonderten Prismen erkennen lässt. Die ganze Schmelzmasse besteht dann um diese Zeit aus den schon fertigen, nur noch nicht zusammengekitteten Schmelzfasern, welche auch etwas biegsam sind.[2])

---

1) *Fr. Bühlmann* (über eine eigenthümliche, auf den Zähnen des Menschen vorkommende Substanz — in *Müllers* Archiv, Jahrg. 1840. pag. 442. fand auf den Zähnen, sowohl alter als junger Individuen, am meisten und zahlreichsten jedoch bei älteren Personen, welche weniger Sorgfalt auf ihre Zähne verwenden, selbst an Zähnen, unmittelbar nachdem sie mit einem feinen Bürstchen sorgfältigst gereinigt waren, fadenförmige, auf einer körnigen Masse aufsitzende Körper, welche sich manchfach unter einander verschlingen, bald mit ihrer Grundmasse, bald allein und zerbrochen erscheinen. Die stärkste Salpetersäure, Schwefelsäure oder Salzsäure löst sie nicht auf, macht sie höchstens etwas durchsichtiger; auf einem Glasplättchen im Platintiegel verkohlt verwandelt sich die umgebende Masse in Kohle, die Fasern aber bleiben unverändert.

2) *Müller* in seinem Archiv. 1836. Jahresbericht IV.

Der Vollständigkeit der Literatur wegen möge hier auch noch bemerkt werden, dass *Dujardin*[1]) an einer dem Schmelze parallel[2]) geschnittenen Lamelle aller Säugthierzähne sehr kleine eng bei einander stehende Löcher von runder oder ovaler Form sah, welche ihm aus mehreren Poren zu resultiren, keinen Fasern zu entsprechen und eher Substanzlücken zu seyn schienen. *Valentin* meint, es wären hier nur die Durchschnitte der flüchtig beobachteten Schmelzfasern beschrieben, worüber aber wohl schwer zu urtheilen seyn dürfte, da nicht angegeben ist, in welcher Gegend noch in welcher Substanz *Dujardin* die angegebenen Löcher sah.

Knochensubstanz des Zahnes, *substantia ossea, crusta petrosa.*

Diese Masse umgiebt vom menschlichen Zahne die Wurzel und den Hals und wurde wie ich oben zeigte für krankhaft producirte Hornsubstanz gehalten; *Purkinje, Retzius* und *Müller* haben erst ihre wahre Natur dargethan. Häufig stellt man sie in neuerer Zeit mit dem Cement zusammen und heisst sie auch wie dieses *substantia corticalis,* was man wohl nicht tadeln kann, da beide Substanzen ziemlich einerlei Struktur haben und gewiss für einerlei von jeher wären gehalten worden, wenn man sie beide zu gleicher Zeit aufgefunden hätte.

Die Knochensubstanz des Zahnes[3]) ist meistens bei ausgewachsenen Zähnen erst deutlich ausgebildet, bei jungen sehr dünn und mitunter kaum erkennbar. Auch an ausgebildeten Zähnen wechselt

---

1) in *Valentin* Repertorium für Anat. u. Ph. 1837.

2) jedenfalls ein ungeschickter Ausdruck, der nicht errathen lässt, wie der Verf. seinen Durchschnitt führte.

3) Tab. II. fig. 6.

sie an Dicke sehr stark, ist dünner am Halse da wo der Schmelz endet und wird nach abwärts immer dicker — besonders bei Zähnen alter Leute, wo die Zunahme dieser Masse vielleicht doch etwas krankhaft seyn dürfte. Sie besteht zunächst aus einer strukturlosen animalischen Substanz, in welcher Kalkerde sich in verschiedenen Formen ablagert; einmal in kleinen Klümpchen von runder, ovaler, oder mehr sternförmiger Gestalt, welche in entsprechenden Höhlen der zu Grunde gelegenen Substanz sind und ganz mit den Knochenkörperchen¹) der wirklichen Knochen übereinkommen, welche *G. H. Mayer* für verknöcherte Knorpelzellenkerne hält, von denen aber jeder durch Verschmelzung mehrerer ursprünglichen Zellenkerne entstanden ist²) — und dann als bröcklige Masse, welche in bald grösseren bald kleineren Kanälen der Grundsubstanz liegen, von denen erstere den Knochenkanälen, letztere mehr den Röhrchen des Elfenbeines gleichen, und häufig miteinander anastomosiren. Knochenkörperchen und ihre Kanäle variiren häufig an Zahl und Grösse und zeichnen sich oftmals dadurch aus, dass die aus ihnen hervorkommenden Röhrchen vorzugsweise auf einer Seite büschelförmig beisammenstehen. Oft findet man diese Gebilde, besonders die Knochenkörperchen am reichlichsten nahe der Gränze der Knochenmasse und des Elfenbeines, und häufig kann man dann auch die Aeste der Röhrchen des Elfenbeines bis in Knochenkörperchen verfolgen; gegen die Peripherie hin nehmen letztere dann sehr ab, werden einzeln, zerstreut und sind mitunter gegen die äussere Oberfläche hin gar nicht mehr vorhanden. In diesem Falle kommen dann viele lange Kanälchen aus den Knochenkörperchen, da wo sie noch dicht beisammen liegen, welche bald mehr bald

---

1) *Deutsch de penitiori ossium structura observationes. Dissert. inaugur. Vratisl.* 1834.

3) Ueber die Bedeutung der Knochenkörperchen in *Müllers* Archiv. Jahrg. 1841. pag. 210.

weniger geschlängelt zur äusseren Oberfläche laufen, auf diesem Wege und vorzugsweise an ihrem Ende eine grosse Anzahl von dicken Aesten nach beiden Seiten hin abgebend.

Die grossen Kalkkanäle sind in der Knochensubstanz des menschlichen Zahnes selten vorhanden, finden sich aber häufig bei Säugthieren und Fischen, weniger bei Amphibien. Sie gleichen völlig den Knochenkanälen der gewöhnlichen Knochenmasse; sind an Durchmesser meistens sehr verschieden, haben ebenfalls, wie diese, auf Querdurchschnitten viele konzentrische Ringe um ihr Lumen herum, welche die konzentrisch-schalige Struktur ihrer Wandung verrathen. Sie liegen am reichlichsten in dem Knochenüberzug der Backenzähne da, wo die Wurzeln an der Basis des Zahnhalses auseinandergehen; am deutlichsten bei Wiederkäuern; niemals sah ich sie in der Knochensubstanz, welche die Krone mehrerer Säugthierzähne umkleidet; dort finden sich blos Knochenkörperchen und feine, diesen angehörende verzweigte Röhrchen. Die Kalkkanäle in der Knochensubstanz unterscheiden sich in ihrer Richtung sehr von denen der ausgebildetsten Knochen (Röhrenknochen); in letzteren laufen sie meistens der Richtung der Markröhren parallel, nur in sehr geringer Zahl sieht man quer und schief laufende, im Zahne aber gehen sie häufig nach allen drei Richtungen, so dass man gar oft nicht im Stande ist, zu entscheiden, welcher sie vorzugsweise folgen. Bei Säugthieren bleiben sie übrigens in der Regel einfach, bei Fischen hingegen verzweigen sie sich oft, und bilden mitunter (*Squalus*) sogar eine Art Netzwerk.

Das Cement zeigt immer einige Verschiedenheiten, so dass ich es als eine besondere Substanz betrachten werde; ich will jedoch seine spezielle Darstellung erst bei den Nagerzähnen vornehmen, da es bei ihnen weitaus am ausgezeichnetsten ist und bei ihnen auch am deutlichsten nachgewiesen werden kann, in wie ferne es sich von Knochensubstanz unterscheide. Hier nur mehr das Allgemeine.

Zuerst erwähnen mit Bestimmmtheit *Corse* und *Home* dieser Substanz bei den Backenzähnen der Elephanten, wo aber von ihrer inneren Struktur nicht ausführlich die Rede ist[1]. *Magellon*[2] glaubt am menschlichen Zahn ein Analogon im Weinsteine zu finden, welchen er auch näher untersuchte; er fand darin viele Poren und polyedrische Räume, welche den Polypenzellen glichen, in diesen sah er kleine Thierchen sich bewegen und glaubte an der ganzen offenbar erdigen Masse einen von diesen Polypen gebildeten Polypenstock zu sehen. Schon *Leuwenhöck*[3] machte ähnliche Beobachtungen; er sah dieselben Thierchen[4] etwa ein Tausend in einem Stückchen Substanz, welches ungefähr den hundertsten Theil eines Sandkornes betrug. Im Speichel fand er die Thierchen nie[5]

Nach *Cuvier*[6] ist das Cement bei den *dents composées* und *demicomposées*, bedeckt dort den Schmelz als dritte Zahnsubstanz, verdickt sich an vielen Stellen, füllt alle Räume aus, welche zwischen den Falten dieser Zähne sind, ist dabei weniger hart als die übrigen Substanzen, leicht löslich in Säuren und schwärzt sich schnell im Feuer. Es giebt nach ihm Zähne, in denen diese Substanz beinahe die Hälfte der ganzen Zahnmasse ausmacht (z. B. Backenzähne des Elephanten); meistens hat sie keine erkennbare Organi-

---

1) Letzterer erkannte jedoch die Aehnlichkeit der Struktur mit der des gewöhnlichen Knochens.

2) bei *Serres pag.* 32.

3) in *Dr. Hook collection philosophical* und in *philosoph. Transact.* 1684.

4) Sind Vibrionen und Bacterien.

5) Sie halten sich immer in dem die Zähne umgebenden Schleime auf und sind besonders häufig in den Höhlen cariöser Zähne.

6) *Leçons d' anat. comp.* 208.

sation und gleicht dem Weinsteine; sie besitzt aber viele regelmässig vertheilte Poren.

Lassaigné[1]) hat eine chemische Analyse dieser Substanz geliefert. Beim Rinde fand er sie aus 42,18 thierischer Materie, 53,84 phosphorsauren Kalk, und 3,98 kohlensauren Kalk zusammengesetzt, beim *Cabiai* dagegen enthielt sie 43,01 thierische Materie, 52,94 phosphorsauren Kalk und 4,05 kohlensauren Kalk.

Fr. Cuvier glaubt, dass der innere Bau dieser Substanz derselbe sey wie beim Elfenbeine, so dass man sie äusseres Elfenbein nennen könnte.

Was die Meinung betrifft, der Weinstein an den menschlichen Zähnen sey ein Analogon der Cementmasse, so widerlegt sich diese sogleich bei näherer Untersuchung. Wenn man Weinsteinstücke so fein schleift bis sie zu mikroskopischem Gebrauch durchsichtig genug sind — was freilich so leicht nicht ist, da die Masse wegen zu geringen Zusammenhanges sehr leicht zerbröckelt — so sieht man nie eine Spur von Kanälen oder Zellen oder Knochenkörperchen; sie ist immer aus ziemlich unbestimmt geformten, meistens länglich rundlichen Körnern zusammengesetzt, welche mitunter ein krystallinisches Ansehen haben, aber meistens den Körnchen gleichen, welche beim Schleifen dieser Masse und der Zähne überhaupt theils vom Zahne theils vom Steine sich abreiben. Dass eine Zwischenmasse vorhanden wäre, durch welche diese Körnchen zusammengehalten würden, konnte ich ebenfalls nicht sehen, von Poren und dergleichen traf ich nie eine Spur, wohl aber unbestimmt eckige, bald grosse, bald kleine Löcher, welche offenbar dadurch entstanden waren, dass während des Schleifens an diesen Stellen Substanz herausbrach.

---

1) bei *Rousseau pag.* 262.

Was den Unterschied zwischen Knochensubstanz des Zahnes und Cement betrifft, so muss man vorerst zugeben, dass in beiden Knochenkörperchen und grosse, nach verschiedenen Richtungen laufende Kalkkanäle existiren; letztere sind aber in der Knochensubstanz viel seltner und die Knochenkörperchen in viel reichlicherer Quantität vorhanden, auch bemerkt man die konzentrischen Schalen der Kalkkanäle in ihr in der Regel nicht, während sie im Cement sehr deutlich hervortreten. Von den Kalkkanälen gehen im Cemente sehr reichliche nach allen Richtungen radienartig auslaufende dendritische Röhrchen, die in der Knochensubstanz nur selten, und dann nie so vollkommen ausgebildet erscheinen, dagegen zeigen sich in letzterer geschlängelte Röhrchen, welche in der Richtung vom Elfenbeine gegen die Zahnoberfläche über mehrere Knochenkörperchen hin verlaufen. Die Knochenkörperchen sind im Cement in der Regel viel grösser als in der normal gebildeten [1]) Knochensubstanz des Zahnes, in ersterem an ihrer ganzen Peripherie mit ziemlich grossen baumartigen Röhrchen umgeben, die von den verschiedenen Knochenkörperchen sich gegeneinander verästeln und zeigen mehr eine unregelmässig eckige Form, während die in der Knochensubstanz meistens rundlich erscheinen.

Vom Cement aber muss man nothwendigerweise zweierlei Arten unterscheiden: einmal das eben beschriebene, das in der Regel zwischen den Falten der zusammengesetzten Zähne so weit nach abwärts reicht, als die Falten selbst sich erstrecken; dann aber noch ein zweites, welches in der Regel sich auf die Krone beschränkt. Letzteres erscheint meistens in dunkelbraunen Massen, deren Untersuchung sehr schwierig ist; schleift man sie nicht dünn genug, so

---

2) An Zähnen sehr alter Leute ist die Knochensubstanz an der Wurzel ausserordentlich reichlich und stark ausgebildet und nähert sich mehr der Cementstruktur.

sind sie zur Untersuchung untauglich und undurchsichtig, macht man sie aber sehr dünn, so brechen sie gerne während des Schleifens in eine grosse Menge von Stückchen, ehe sie fein genug wären, oder werden sie durchsichtig, so sind sie leicht wieder zu durchsichtig und scheinen dann aus homogener Substanz zu bestehen. Stücke von gehöriger Dicke aber lassen eigenthümliche Körperchen, von denen sie ganz und gar zusammengesetzt werden, erkennen, an welchen man ganz deutlich einen ansehnlichen, körnigen, dunkeln Mittelpunkt und einen ringförmigen Hof von viel hellerer Farbe unterscheidet. Sie sehen wie Zellen aus und sind scharf voneinander abgegränzt. Am deutlichsten sah ich sie bei *Dasyprocta.*

Bau der Zähne bei den Nagethieren.

Bei den Nagern unterscheiden wir nur zweierlei Zähne: Schneide-¹) und Backenzähne. Erstere bleiben sich bei allen Nagern an Form und Struktur sehr gleich und unterscheiden sich öfters nur durch ihre Farbe. Sie bestehen immer aus sehr ausgebildetem Elfenbeine, mit einer, besonders nach abwärts sehr weiten Pulpahöhle; aus Schmelz und Knochensubstanz, welche sich so vertheilen, dass an der vorderen Seite des oberen Theiles des Zahnes Schmelz sitzt, welcher sich auch noch etwas über die seitlichen Flächen erstreckt, nach rückwärts aber nur Knochensubstanz sich findet.²) Am Schmelz ist die äussere Fläche manchmal mit brauner Farbe überkleidet (*Castor, Dasyprocta*) welche jedoch keiner besonderen Substanz (etwa Cement) angehört, sondern im Schmelze

---

1) Man wollte in neuerer Zeit diese Zähne nicht für Schneidezähne gelten lassen und erklärte sie für Eckzähne. Zuerst behauptet dieses *Geoffroy St. Hilaire (Memoire de l'Académie des sciences de l'Institut. T. XII. pag.* 181.). Dagegen *Cuvier Leçons* (neue Ausg.) 247. etc. und *Müller's* Archiv. 1834. 49.

2) Ein analoges Verhältniss wie beim *Hippopotamus.*

selber gelegen ist. Die Kaufläche ist nach rückwärts und abwärts in einer sehr schiefen Richtung, und soweit sie sich nach abwärts erstreckt, ist der Zahn solid; unterhalb aber wird er hohl; und je weiter er nach abwärts läuft, desto grösser wird die Pulpahöhle in ihm und desto dünner seine Substanz, so dass man sich die Bildung etwa auf die Weise vorstellen kann, dass der Zahn eine cylindrische, sehr dünnwandige Röhre ist, die aber nach aufwärts wachsend immer mehr an den beiden seitlichen Theilen nach einwärts an Dicke zunimmt, wodurch die Pulpahöhle verengt und zuletzt so dick wird, dass letztere ganz sich schliesst und die Wandungen einander berühren.[1]) Grosse Verschiedenheiten finden sich aber in der Form und im Bau der Backenzähne — ja man darf wohl behaupten, dass alle Backenzahnformen und Strukturverhältnisse derselben, die nur immer bei den Säugthieren vorkommen, bei den Nagern vereinigt erscheinen. Wir finden die Zähne, welche den Malmzähnen des Menschen und der höheren Raubthiere gleichen, Zähne, welche mit denen der Wiederkäuer zusammenzustellen wären, und Zähne, welche mehr an die der Edentaten sich reihen *(Bathyergus)*.

Zunächst fällt bei der Betrachtung ihrer Gesammtform auf, dass einige von ihnen deutlich in Krone und Wurzeln zerfallen, wie

---

1) Diese Zähne sind auf diese Weise nach abwärts nicht geschlossen und wachsen daher auch beständig in die Länge in demselben Verhältnisse, in welchem sie durch das Nagen auf der Kaufläche abgenützt werden. Von diesem beständigen Wachsen rühren auch manchmal sonderbare Verlängerungen und Verkrümmungen dieser Zähne her; wenn z. B. ein Schneidezahn im Oberkiefer abbricht, so wächst der ihm entsprechende des Unterkiefers immer in die Länge, weil er zum Theil den Gegenhalt verloren hat, theils aber nicht mehr abgenützt wird. Nicht selten sind solche auswachsende Zähne bei Hasen. *Meissner* Auswachsen der Zähne besonders bei Nagern im: Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel vom August 1834 bis Juli 1835. I. 1835. II. 1836.

etwa die Backenzähne des Menschen (z. B. *Arctomys*), andere aber in derselben Form, mit der sie als Kronentheil über das Zahnfleisch hervorragen, auch in die Zahnfächer sich hinunter erstrecken. Hier schliessen sie sich entweder wurzelartig an ihrem untersten Theile, spalten sich auch mitunter in dicke aber sehr kurze unvollkommene Wurzeln, oder schliessen sich nicht und die Pulpahöhle mündet meistens mit einem grösseren Durchmesser aus, als sie in den übrigen Theilen hatte. Auf diese Weise zerfallen dann alle Nagerzähne I. in Zähne mit vollkommener Wurzelbildung, II. in Zähne mit unvollkommener Wurzelbildung, III. in Zähne ohne Wurzelbildung. In der ersten Klasse sind die Wurzeln von keiner sehr besonderen Beschaffenheit, sie wechseln an Dicke und Länge etwas, und bestehen aus Elfenbein und einem äusseren rindenartigen Ueberzuge, welcher aber nicht immer wie beim Menschen, Raubthieren, Wiederkäuern u. dgl. Knochensubstanz zu seyn scheint. Bei *Pteromys* kann ich weder Knochenkörperchen noch Knochenkanäle in ihr finden; sie ist völlig durchsichtig und lässt zarte der Länge der Wurzel nach laufende, etwas wellige Streifen erkennen. Bei *Arctomys* dagegen fand ich deutlich Knochensubstanz als äusseren Ueberzug der Wurzel, der mir jedoch nicht dem Zahne ursprünglich anzugehören, sondern von der sehr dicht anliegenden Substanz des Alveols herzurühren scheint. Zwischen diesem Ueberzuge und den letzten verzweigten Enden des Elfenbeines liegt auch hier wieder — vielleicht die eigentliche Rindensubstanz der Wurzel — eine völlig durchsichtige Masse wie bei *Pteromys*.

Die Krone zeigt manches Eigenthümliche. Bei den einen der hieher gehörenden Zähne, z. B. *Sciurus*, *Mus*, *Arctomys*, besitzt die Krone auf der Kaufläche stark hervorragende konische Kauspitzen, welche mitunter blos aussen und innen oder an der ganzen Oberfläche gleich hervorragen (*Mus*), manchmal auch (*Arctomys*) von innen nach aussen in starke Kanten übergehend über die Kaufläche laufen. Die vordersten Backenzähne haben meistens nur eine Kauspitze, die hinteren zwei bis drei Reihen derselben. Die ganze Krone wird in ihrer grössten Masse von Elfenbein gebildet und wie beim Menschen an der äusseren Oberfläche von Schmelz überkleidet *(Sciurus, Arctomys)*. Wo Kauspitzen sich finden, richten sich im Innern des Elfenbeines die Röhrchen gegen diese mehr senkrecht auf, die an den anderen Theilen liegen mehr horizontal (schief). Manchmal *(Mus)* senkt sich die ganze Zahnmasse zwischen den Kauspitzen in die Krone hinein (Einstülpung), wodurch eine Art unvollkommener Faltung der Krone entsteht, die leichter aus der Abbildung ersehen als mit Worten beschrieben werden kann. Diese Bildung ist dann Uebergangsform zu einer anderen Art von Krone: nämlich zur zusammengesetzten. Als Repräsentanten hiefür können *Spermophilus* und *Pteromys* dienen; bei ersterem ist aber die Faltung nur auf einer Seite, bei letzterem auf zweien, und besteht darin, dass die ganze Zahnmasse dreimal sich nach abwärts einstülpt und die dadurch entstandenen Falten mit brauner Cementmasse[1]) ausgefüllt werden.

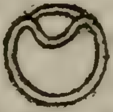
Die Zähne mit unvollkommener Wurzelbildung sind zum Theile höchst merkwürdig, und fast immer sehr komplizirt gebaut. Man kann zum deutlicheren Verständnisse einen solchen Zahn sich als ursprünglich aus einer cylindrischen Röhre bestehend denken, welche nach unten geschlossen, nach oben offen ist. Die Wand der Röhre wird nun bald auf einer bald auf zwei entgegengesetzten Seiten (äussere und innere) in ihr eigenes Lumen hineingestülpt und bildet so Falten, welche das Lumen (Pulpahöhle) bald mehr bald weniger ausfüllen. Manchmal bilden sich solche Falten fast der ganzen Länge der Röhre nach, und blos der unterste, geschlossene Theil

---

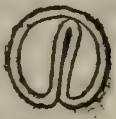
1) In dieser kann ich wieder keine Knochenstruktur erkennen; sie scheint zu der bei *Dasyprocta* erwähnten zu gehören.

bleibt ausgenommen; manchmal dagegen geschieht die Faltung nur am oberen Theile, der als eigentliche Krone aus dem Zahnfleische herausragt. Die Falten gehen bald nur wenig tief[1]) in die Höhle hinein, manchmal aber so weit, dass sie die entgegengesetzte Cylinderwand berühren[2]), und ihre (der Falte) Wände legen sich dann entweder enge aneinander, so dass kein Raum in der Falte bleibt[3]), oder sie stehen von einander mehr oder weniger ab, und der dadurch gebildete Raum wird von Cement ausgefüllt[4]).

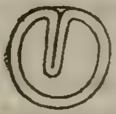
1



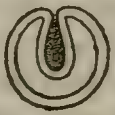
2



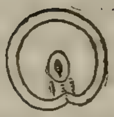
3



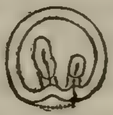
4



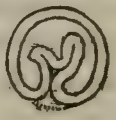
5



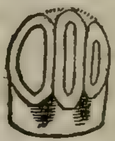
6



7



8



Häufig lässt sich die Falte von der Peripherie des Zahnes, mithin von ihrer Einstülpungsstelle aus deutlich in die Pulpahöhle hinein verfolgen, oft aber ist diess nicht der Fall: die an der Einstülpungsstelle sich berührenden Substanzen der Cylinderwand verwachsen mit einander und dadurch wird die Falte abgeschnürt und liegt ohne Zusammenhang mit der Peripherie in sich geschlossen innen im Zahne[5. 6]). In einigen Zähnen gehen die eingestülpten Falten nach einer oder mehreren Richtungen hin eine Art von Verzweigung ein, die in seitlicher Ausstülpung der Falte selber besteht[7]), in anderen, wo die Falte so weit sich eingestülpt hat, dass sie die entgegengesetzte Cylinderwand berührt, verwächst sie mit dieser und der Zahn wird (meistens nur an seiner oberen Hälfte) in Blätter getheilt[8]). — Selten findet sich nur eine Bildungsweise der Falten an einem Zahn, meistens sind ihrer mehrere vorhanden, ja manchmal sind sie alle in einem einzigen Zahne vereiniget, jedoch immer nur so, dass eine gewisse Bauart vorherrscht, und dadurch immer noch die Möglichkeit gegeben ist, diese, mitunter wunderschönen Zähne zu klassifiziren, was ich unten versuchen werde.

Am meisten unter allen hieher gehörigen Zähnen sind die vom *Bathyergus maritimus* ausgezeichnet. Jeder Zahn stellt einen hohlen Cylinder vor, der nach unten zu geschlossen, nach oben offen ist. Diese Oeffnung ist von einem eigenthümlichen konischen Pfropfe zugeschlossen, welcher nur im oberen Theile der Krone liegt und sich nicht weit hinunter in die Pulpahöhle erstreckt. Er besteht aus einer bernsteinartigen, braunen durchsichtigen Masse, welche grösstentheils keine Struktur erkennen lässt, und nur an wenigen Stellen vorzugsweise von der Kaufläche ausgehende Röhrchen enthält, welche ganz denen des Elfenbeines gleichen. Ueberdiess bildet an der Krone nicht der Schmelz die äussere Oberfläche, sondern dieser ist noch mit einer ziemlich dicken Lage von Knochensubstanz umkleidet — wie etwa die Schneidezähne des Pferdes. Die Einstülpungen der Zahnwand sind so gering, dass man sie wohl nur Einbuchtungen nennen sollte.

Die Nagerzähne ohne Wurzelbildung sind wieder als zylindrische Röhren zu betrachten, welche sich aber an ihrem unteren Ende nicht, an ihrem oberen dagegen nur dadurch schliessen, dass die Wandungen wie bei den Schneidezähnen dieser Thiere von unten gegen die Krone hin immer mehr auf Kosten der Pulpahöhle sich verdicken, so dass sie zuletzt an der Krone aneinanderstossen und die Pulpahöhle nach oben verschliessen. Sie sind immer mit eingestülpten Falten versehen, aber dadurch ausgezeichnet, dass die Einstülpung nicht blos am oberen Theile, sondern der ganzen Länge des Zahnzylinders nach vor sich geht und man sie daher am unteren Ende des Zahnes eben so ausgebildet findet, wie auf der Kaufläche.

Das Verhältniss und die Zahl der Falten wechselt nach den verschiedenen Gattungen, so dass man Zähne unterscheiden kann, an welchen die Einstülpungen nur von einer Seite her (der äusseren Faltung) geschah, und Zähne, an welchen sie von zwei sich entgegengesetzten Seiten sich gebildet hat (von aussen und innen, Faltung und Gegenfaltung). Die Falten gehen meistens tief in die Pulpahöhle hinein, verwachsen auch manchmal mit der entgegengesetzten Wandung und theilen dadurch auch hier wieder den Zahn in mehrere Blätter.

Ich will nun nach den ansehnlichen Hilfsmitteln, welche mir durch die Güte des Herrn Professors *A. Wagner* dargeboten wurden, eine Eintheilung der Nagerzähne aufzustellen versuchen.

Ich habe darin die blätterigen Zähne immer nach den zweigfaltigen gesetzt, was man vielleicht nicht ohne Grund rügen könnte. Offenbar entsteht diese Form aus Faltung und Gegenfaltung, wenn diese in einer Richtung geschieht, beide auf einandertreffen und miteinander verschmelzen, und somit wären die blättrigen Zähne an die doppelfaltigen anzureihen; allein schon die einfachen Falten und besonders die Gegenfalten lassen in den einfacheren Formen schon eine grosse Neigung zur Verzweigung erkennen, so dass diese eher eintritt als gegenseitige Verschmelzung, welche auch überhaupt viel seltener ist.

- Zähne mit vollkommener Wurzelbildung
  - mit einfacher Krone: *Sciurus. Arctomys.* — *Hydromys.*
    - Uebergangsform: *Mus.*
  - mit zusammengesetzter Krone:
    - *a*) einfach faltige: *Spermophilus.*
    - *b*) faltige und gegenfaltige (doppelfaltige): *Dipus.*
    - *c*) zweigfaltige: *Cercolabes. Pteromys.*
    - *d*) blätterige: *Loncheres.*
- Zähne mit unvollkommener Wurzelbildung
  - mit einfacher Krone: *Bathyergus.*
  - mit zusammengesetzter Krone:
    - *a*) einfach faltige: *Georigus.*
    - *b*) doppelfaltige: *Myopotamus. Coelogenis.*
      - *bc*) Uebergangsform: *Spalax.*
    - *c*) zweigfaltige: *Castor. Dasyprocta. Hystrix.*
    - *d*) blätterige: *Euryotis.*
- Zähne ohne Wurzelbildung:
  - einfach faltige: *Lepus. Pedetes. Kerodon.*
    - Uebergangsform: *Cavia.*
  - doppelfaltige: *Hypudaeus. Hydrochörus.*
    - Uebergangsform: *Rhombomys.*
  - blätterige: *Eriomys.*

I. Zähne mit vollkommener Wurzelbildung.

1) Einfache Kronen.

Die Krone dieser Zähne zeigt immer deutliche Kauspitzen, deren mehrere an den oberen als unteren Zähnen sitzen, an letzteren in der Regel an der äusseren und inneren Seite in gleicher Zahl, an den oberen aber an der äusseren Seite zahlreicher vorhanden sind als an der inneren. Meistens sind vorderster und hinterster Zahn anders gestaltet, als die mittleren, manchmal sind alle von einander verschieden.

Beispiele. *Sciurus (vulgaris)* hat im Oberkiefer jeder Seite vier Backenzähne, von denen die drei vorderen auf der äusseren Seite vier Kauspitzen haben, die aber so angeordnet sind, dass am vordersten Zahne drei grosse und eine kleine, an den zwei folgenden zwei grosse und zwei kleine abwechselnd stehende sich befinden; am hintersten Zahne sind zwei Kauspitzen, von denen die zweite mehr nach hinten als aussen gerichtet ist. Auf der inneren Seite sitzt an jedem Zahne nur eine breite Kauspitze, zu welcher von den äusseren grossen erhabene Leisten hinlaufen. Im Unterkiefer hat jeder Zahn nach aussen zwei Kauspitzen, nach innen hat der vordere Zahn deren nur eine, die mittleren zwei: eine vordere grössere und hintere kleinere; der hinterste hat wieder nur eine deutlich hervortretende Kauspitze.

Bei *Arctomys (Marmotta)* ist am oberen vorderen Zahne eine äussere und eine rudimentäre innere, an den übrigen drei äussere und eine innere Kauspitze zugegen. Die Leisten, welche über die Kaufläche von den äusseren Kauspitzen zur inneren laufen, sind sehr erhaben und mitunter in kleinere Kauspitzen abgetheilt, was noch deutlicher bei *Hydromys* der Fall ist. Im Unterkiefer hat jeder

Zahn zwei Kauspitzen nach aussen und zwei nach innen, von welchen die vordere immer grösser ist als die hintere.[1])

Die innere Struktur[2]) ist sehr einfach: die Pulpahöhle macht meistens Ecken in die grösseren Kauspitzen hinauf; die Elfenbeinmasse enthält eng aneinanderliegende Kalkröhrchen, die schief nach aufwärts und auswärts gerichtet, im mittleren Theile des Zahnes aber vorzugsweise mehr perpendiculär stehend leicht ≈ förmig geschwungen sind und während ihres ganzen Verlaufes, vorzugsweise gegen den Schmelz hin, reichlich nach beiden Seiten Aeste abgeben. An der Wurzel ist diese Substanz mit Knochenmasse, an der Krone mit Schmelz wie gewöhnlich umzogen.

Bedeutende Abweichungen finden sich in der Uebergangsform: bei *Mus*. Hier zählt man am oberen vorderen Backenzahne drei, am mittleren zwei äussere Kauspitzen, am hinteren nur eine: dagegen an den drei Zähnen immer zwei innere Kauspitzen und am hintersten noch eine hintere. Die Leisten, welche von der äusseren Kauspitze zu der inneren gehen, sind zu grossen Kauspitzen entwickelt, deren Zahl an jedem Zahne mit den äusseren Kauspitzen harmonirt, und zwischen ihnen stülpt sich die Substanz der Krone nach abwärts etwas ein. Die Zähne im Unterkiefer verhalten sich eben so wie die oberen, nur unterscheiden sie sich darin, dass bei ihnen keine mittleren Kauspitzen sich entwickeln.

Auf dem Querdurchschnitte der Krone[3]) findet man die Einstülpungen wieder. Der ganze Querdurchschnitt zeigt zunächst an

---

1) Dieser Form reiht sich ganz und gar *Pteromys Volucella* an, so dass nicht ein wesentlicher Unterschied aufzufinden ist.

2) Tab. I. Fig. 1.

3) Tab. I. Fig. 2.

seiner äusseren Peripherie den Schmelz, welcher dadurch sehr ausgezeichnet ist, dass seine Fasern an der inneren Hälfte seines Durchmessers fast wie die Faden in der Leinwand sich kreutzen, an der äusseren Hälfte aber geschlängelt und in ziemlich gerader Richtung zur Peripherie laufen. Innerhalb des Schmelzes liegt das Elfenbein mit den eingestülpten Schmelzfalten. Die Röhrchen in ersterer liegen mehr horizontal und zeigen zwei Richtungen; einmal gegen den peripherischen Schmelz wie gewöhnlich und dann gegen die Schmelzfalten im Inneren, so dass die vorhandenen Röhrchenbündel sich häufig nach zwei Richtungen hin ausbreiten. Der Schmelz in den eingestülpten Falten ist eben so gebaut wie der peripherische; die Blätter der Falten schliessen in der Regel nicht aneinander und in dem Raum zwischen ihnen ist braunes Cement ohne Knochenstruktur eingefügt.

2) Zusammengesetzte Kronen.

a) Einfach faltige Kronen besitzt *Spermophilus*. Der vorderste Zahn des Oberkiefers hat eine nach vorne und aussen gerichtete Kauspitze und eine rudimentäre innere; von den folgenden Zähnen besitzt jeder zwei grössere und eine kleinere Kauspitze nach aussen, nach innen eine grosse; zwischen den beiden grösseren äusseren zieht sich die Falte hinein, welche sehr offen und mit Cement ausgefüllt ist. In der Mandibula hat jeder Zahn zwei äussere Kauspitzen; eine grosse und kaum eine rudimentäre innere; die Faltung ist nur angedeutet und nie so ausgeprägt wie im Oberkiefer. Die Struktur dieser Zähne lässt nichts besonderes erkennen und reiht sich an die der vorher gehenden Zähne an.

b) faltige und gegenfaltige Kronen haben in der einfachsten Form zwei Falten; eine äussere und eine entgegenkommende innere. An der Kaufläche ist die Faltung jedesmal am stärksten, so dass die inneren Enden der Falten wenigstens aneinander liegen, öfters aber wachsen sie seitlich einander vorüber. Am vorderen oberen Zahn kann man ausser den gewöhnlichen zwei grossen Falten oft noch zwei vor diesen gelegene unterscheiden, welche aber immer nur sehr klein sind; nach abwärts werden die Falten immer seichter, verlieren sich noch ehe der Zahn sich im Alveol verbirgt, sind offen und nicht mit Cement ausgefüllt. Als Repräsentant dient die Gattung *Dipus.*

c) Die zweigfaltigen Kronen finden sich beim amerikanischen Stachelschweine (*Hystrix prehensilis*) und bei *Pteromys* (*nitidus*). Bei ersterem sind die Zähne an Grösse, Form und Zeichnung der Kaufläche einander sehr gleich; an jedem ist eine grosse äussere Falte und eine ansehnliche innere Gegenfalte zu bemerken, welche einander begegnen. Dadurch wird die ganze Kaufläche in eine vordere und hintere Hälfte getheilt, und in der Mitte jeder dieser Hälften liegt wieder eine Falte, welche als vorderer und hinterer Zweig der äusseren Falte zu betrachten ist. Die äussere Falte stülpt sich am tiefsten in die Substanz der Krone hinein, die übrigen bleiben mehr oberflächlich, daher man auf Längendurchschnitten sie kaum halbmondförmig nach abwärts gebogen findet. Der peripherische Schmelz und der in den Falten ist sehr hart, ungemein durchsichtig und spröde; er bricht sehr leicht beim Schleifen, aber immer in ziemlich regelmässige Figuren, die man mehr oder weniger ähren- oder garbenförmig nennen könnte. Diese Bruchart rührt von der eigenthümlichen Vertheilung der Schmelzfasern her, welche darin besteht, dass die Fasern in ährenförmige Bündel gesammelt sind, die anfänglich ziemlich einerlei Richtung zeigen, später aber nach beiden Seiten hin sich von einander begeben: dadurch begegnen sich die entsprechenden Fasern je zweier Bündel und kreutzen sich. Gegen die Peripherie hin laufen sie mehr wieder wie gewöhnliche Schmelzfasern. In den Räumen der Falten sitzt wieder das oben angegebene Cement. Die Röhrchen in der

Elfenbeinmasse sehen sehr steif und gerade, sonst, besonders in Beziehung auf ihre Verzweigung ziemlich wie gewöhnlich aus. Die Knochensubstanz, als Ueberzug des Wurzeltheiles des Elfenbeines, ist bedeutend dick, zeigt viele und grosse Knochenkörperchen und Röhrchen, welche meistens horizontal gelagert sind. Sehr ausgezeichnet erscheint der Theil des Zahnes, an welchem die Wurzeln von beiden Seiten her miteinander verschmelzen, welcher mithin die untere Wand oder den Boden der Pulpahöhle bildet. Hier entspringen die Kalkröhrchen des Elfenbeines theils einzeln, theils in grösseren und kleineren Büscheln aus der Pulpahöhle und laufen theils ziemlich gerade, theils durch die manchfachsten Beugungen sich verwirrend nach abwärts, biegen zum Theil in Schlingen um, wie ich es beim Kalbe beschrieben habe, grösstentheils aber erstrecken sie sich bis zur Mitte der Dicke der Substanz. Hier ändern sie ihren Lauf gänzlich, biegen sich alle mit einander nach einer Richtung hin und theilen sich in Zweige, welche nun sanft geschlängelt, dicht und parallel neben einanderliegend zur unteren Oberfläche des Elfenbeines gehen, dort sich wieder in mehrere Aeste spalten und mit diesen in kleine Kalkräume sich senken.

Die Zähne von *Pteromys (nitidus)* nähern sich in ihren Umrissen mehr den einfachen Kronen, sind aber in ihrem Faltenbaue die komplizirtesten unter den Zähnen mit vollkommener Wurzelbildung. Der vordere obere Zahn ist einfach und hat auch eine äussere Kauspitze; die folgenden aber und alle Zähne der Mandibula sind gefaltet, jedoch so, dass bei den Zähnen des Oberkiefers nur Falten und keine Gegenfalten existiren, da auf der inneren Seite immer eine deutliche Kauspitze zugegen ist, bei den Zähnen des Unterkiefers aber jedesmal äussere und innere Falten vorkommen. Die Falten in den Zähnen beider Kiefer verzweigen sich reichlich und die Zweige stehen entweder in leicht verfolgbarem Zusammenhange mit der Stammfalte oder sind von dieser auf die schon angegebene Weise abgeschnürt.

Ueber die innere Struktur gibt der Längendurchschnitt [1]) die beste Aufklärung. Der Schmelz ist sehr dick, röthlich-gelblich gefärbt und an der inneren Hälfte seiner Dicke mit körniger, undurchsichtiger, gelblich-weisser Masse durchsetzt, welche die Untersuchung der Schmelzfasern an dieser Stelle unmöglich macht; an manchen Partien jedoch ist die Körnermasse sparsamer vorhanden, und da scheinen mir die Schmelzfasern stark gebogen und unregelmässig untereinander zu liegen; an der äusseren Hälfte ist keine Körnermasse und die Schmelzfasern erscheinen, ihre Farbe abgerechnet, wieder wie gewöhnlich. Die Falten in der Krone sind tiefer eingestülpt, ihr Schmelz aber wie der peripherische konstruirt; sie stehen weit offen und sind mit dem braunen eigenthümlichen Cement ausgefüllt. Die Kalkröhrchen der Elfenbeinsubstanz sind schön und leicht geschlungen, sie bilden in dem mittleren Theile der Krone schlanke Pyramiden, welche zwischen je zwei Einstülpungen zur Oberfläche der Krone streben: sie biegen sich alle in gleicher Entfernung von den Falten in einer sehr starken Beugung um und diese parallelen Beugungen aller bilden zusammen einen jede Falte umgebenden Halbring. An der Vereinigungsstelle der Wurzeln laufen die Elfenbeinröhrchen in der Mitte regelmässig nach abwärts und nur seitlich verworren, wie ich es beim Elfenbein der konkaven Seite des Schneidezahnes des Pferdes beschrieben habe. Die Masse, welche als Rindensubstanz die Wurzeltheile des Elfenbeines umgiebt, kann ich nicht für Knochensubstanz erkennen, was ich ebenfalls schon oben angegeben habe [2]).

---

1) Tab. II. Fig. 1.

2) Vielleicht dürfte ich hier noch eine Abtheilung: blättrige Kronen und als Repräsentanten dafür die Gattung *Echimys* (*Loncheres*) aufstellen; man

II. Zähne mit unvollkommener Wurzelbildung.

1) Einfache Zähne dieser Klasse scheinen sehr selten vorzukommen und selbst die von *Bathyergus*, welche ich als solche aufgestellt habe, zeigen schon eine Neigung zur Complication. Am vorderen und hinteren Zahne des Unterkiefers findet sich eine kleine Falte, in den mittleren auch eine Gegenfalte, beide gehen aber so wenig tief, dass man ihrer ungeachtet die Zähne wohl einfach nennen darf. Ihre eigenthümliche Struktur habe ich schon oben beschrieben.

2) Zusammengesetzte Kronen.

a) Einfachfaltige Kronen scheinen die Zähne von *Georigus* zu haben, die ich aber selber nicht untersuchen konnte und blos aus den Abbildungen kenne, welche *Fr. Cuvier* und *G. Cuvier* 2) davon geben.

b) Die faltigen und gegenfaltigen Zähne dieser Klasse sind am deutlichsten bei *Myopotamus* ausgeprägt. Im Unterkiefer hat jeder Zahn eine Falte und drei Gegenfalten, welche einige Modification insoferne eingehen, als im vorderen Zahne eine oder zwei von den Gegenfalten ganz abgeschnürt werden und im letzten die hintere Gegenfalte mit der Falte verschmilzt. Im Oberkiefer sind an den drei vorderen Zähnen immer zwei Falten und zwei Gegenfalten, welche auch manchmal abgeschnürt erscheinen, zu

---

unterscheidet bei diesen Thieren an den Zähnen des Unterkiefers immer deutlich Falten und Gegenfalten, welche in denen des Oberkiefers ineinander fliessen (den vordersten Zahn ausgenommen) und sie in Blätter abtheilen.

1) *Recherches sur les ossemens fossiles. Tom. V. part.* 1. *pl.* 1.

bemerken, im letzten Zahne aber sind drei Falten und zwei Gegenfalten, von denen die zweite Falte mit der ersten Gegenfalte manchmal, die dritte Falte mit der zweiten Gegenfalte immer verschmilzt. Der innere stimmt ganz mit dem Baue des Biberzahnes überein, den ich später ganz ausführlich beschreiben werde; hier bemerke ich nur, dass die dritte Falte im letzten Zahne des Oberkiefers am wenigsten, die zweite Falte aber am meisten tief gegen das untere Zahnende sich erstreckt, und dass die Faltenräume in ihrer ganzen Ausdehnung mit gewöhnlichem Cemente (mit Knochenstruktur) ausgefüllt sind.

Bei *Coelogenys* finden sich in der Regel zwei Falten und zwei Gegenfalten, welche besonders durch Abschnürung manche Umänderung ihrer meistens einfachen Anordnung erleiden. Die innere Struktur, wie sie am instructivsten im Längsdurchschnitte erscheint, zeigt manches Besondere. Die Falten erstrecken sich niemals gleich weit nach abwärts; bald sind die äusseren, bald die inneren kürzer, sind von der Krone an weniger geöffnet, werden in der Mitte des Zahnes weiter und verengern sich nach abwärts allmählig wieder, wo sie dann in der Regel etwas zugespitzt enden. Der peripherische Schmelz reicht tief in die Alveolen hinab, weiter auf der konkaven vorderen, weniger weit auf der konvexen inneren Seite, immer aber viel weiter als die Falten selbst; seine Falten sind meistens sehr undeutlich und durchsichtig, scheinen wenigstens von innen her wie bei den einfachen Zähnen zu laufen, gegen die äussere Oberfläche hin aber öfters in ährenförmige Büschel zusammen zu treten. In der äusseren Hälfte findet sich auch hier wieder eine körnige Masse, welche in kleinen mit der Basis nach aussen, mit der Spitze nach ein- und abwärts gerichteten Pyramiden sich darstellt. Die äussere Oberfläche des Schmelzes ist mit dunkelbraunem Cement überkleidet, das keine Knochenstruktur besitzt;

die innere Oberfläche ist vom Elfenbeine nicht ganz isolirt, da sehr häufig Kalkröhrchen aus ihm in den Schmelz dringen und dort sich zum Theile ganz wie Schmelzfasern verhalten. Der Schmelz in den Falten zeigt ganz dasselbe Verhalten. Die Elfenbeinmasse liegt innerhalb des Schmelzes zwischen je zwei Schmelzfalten, mithin immer zwischen Schmelz; die Röhrchen einer jeden Elfenbeinpartie laufen feinwellig, in der Mitte dieser mehr senkrecht-aufwärts, zu beiden Seiten aber neigen sie sich einfach-bogig auseinander zum angränzenden Schmelze hin und verzweigen sich, noch ehe sie diesen erreichen, in viele Aeste, während sie auf ihrem vorherigen Laufe nur eine gablige Theilung einzugehen scheinen. Das Cement, welches im oberen Theile des Faltenraumes liegt, gleicht mehr dem, das den peripherischen Schmelz umgibt; das in dem unteren Faltenraume zeigt aber deutliche Knochenstruktur, wie das, welches ich beim Biber beschreiben werde, wo es am vollkommensten und schönsten ausgebildet ist. Der wurzelartige Theil des Zahnes wird von Knochenmasse, in welcher sehr viele Knochenkörperchen und wenige Röhrchen zu sehen sind, überzogen[1]).

An die eben betrachteten Formen reihen sich als Uebergang die Zähne von *Spalax*; sie sind grossentheils noch faltig und gegenfaltig, mitunter aber auch schon sehr deutlich zweigfaltig. Im Oberkiefer haben die zwei vorderen Backenzähne immer zwei Falten und eine Gegenfalte, die hintere Falte krümmt sich in der Mitte der Kaufläche zur Zweigfalte um. Der hintere obere Zahn hat nur eine Falte und eine Gegenfalte, welche einander begegnen und ebenfalls Neigung zur Zweigbildung zeigen. Im Unterkiefer

---

1) Hier reihen sich vielleicht die Zähne von *Saccomys* an, über die ich aber kein entschiedenes Urtheil aussprechen kann, da ich sie nur aus *Cuvier's* Abbildung kenne.

zeigt sich an jedem der beiden vorderen Backenzähne eine Zweigfalte und Zweig-Gegenfalte, welche nicht immer deutlich als solche ausgeprägt sind; der letzte Zahn hat nur Falte und Gegenfalte.

c) Zweigfaltige Zähne finden sich bei *Castor, Dasyprocta, Hystrix.* An den unteren Zähnen des Bibers sind immer eine Falte und drei Gegenfalten zu unterscheiden; erstere ist klein, wenig eindringend, und erstreckt sich nicht tief nach abwärts; letztere aber sind sehr lang und verwachsen im ersten, dritten und vierten Zahne mittelst Zweigen. Im Oberkiefer hat jeder Backenzahn drei Falten und eine Gegenfalte; hier ist letztere immer die schwächere, die anderen haben eine grosse Ausdehnung, Neigung zur Zweigbildung, die im letzten Zahne durch Verwachsung der zwei hinteren Falten eben so deutlich hervortritt, wie im Unterkiefer, in dem aber, wenn Verwachsung eintritt, die zwei vorderen Gegenfalten mit einander sich vereinigen. Die Falten der oberen und die Gegenfalten der unteren Zähne gehen, wie der Längsdurchschnitt lehrt, sehr tief im Zahncylinder nach abwärts und enden ziemlich gleichzeitig; die Falte der unteren und die Gegenfalte der oberen Zähne sind immer nur sehr seicht. Der peripherische Schmelz reicht an der konvexen Seite der Zähne bis an das unterste Ende, an der konkaven endet er etwas früher, ungefähr in gleicher Höhe mit den Falten. Er lässt querlaufende Streifen erkennen, als wenn er aus einer grossen Menge von konzentrischen Lamellen zusammengesetzt wäre, welche aber nur wie gewöhnlich von eigenthümlichen Biegungen der Schmelzfasern selber herrühren. Letztere sind sehr deutlich, laufen schön ꙅ-förmig geschlungen von innen nach aussen und aufwärts, scheinen oft nur Fortsetzung der Röhrchen des Elfenbeines zu seyn und besonders an der inneren Hälfte des Schmelzes nicht immer sehr regelmässig zu liegen. Der Schmelz in den Falten zeichnet sich bei übrigens gleicher Struktur mit dem äusseren dadurch aus[1]), dass er durch viele, öfters gleich weit von einander abstehende, quer von innen nach aussen laufende Furchen in bald mehr, bald weniger regelmässig viereckige Stücke abgetheilt wird. Ich habe diese Furchen anfänglich für Folgen des Schleifens, für Risse gehalten, überzeugte mich aber, dass sie wirklich dem Zahne angehören; man sieht sie von der verschiedensten Länge, bald nur als leise Einbuchtungen in den Schmelz, bald aber laufen sie durch seine ganze Dicke hindurch, vorzugsweise zahlreich erscheinen sie auf Querdurchschnitten, seltener auch auf Längsdurchschnitten. — Die Röhrchen des Elfenbeines sind nach auswärts und stark nach aufwärts gerichtet; selber wellig geformt laufen sie gerade in der einmal angenommenen Richtung und biegen sich nur mit ihrem astreichen Ende bogig nach auswärts (gegen den Schmelz hin). Da die Falten so sehr tief eindringen, ist die ganze Elfenbeinmasse in mehrere Columnen getheilt, welche in der Regel jede für sich bestehen, aber doch einander oft begegnen; jede Columne hat einen Arm der Pulpahöhle in sich, und von dieser aus gehen die Röhrchen strahlig gegen den Schmelz der Peripherie und der Falten — oder je nachdem sie mehr aussen oder innen zwischen diesen liegen, blos zu letzterem. Die Begegnung der einzelnen Elfenbein-Columnen geschieht durch kantige Fortsätze, in welchen die Röhrchen ährenförmig sich vertheilen und häufig in einander übergehen.

Besonders schön gebaut ist das Cement[2]) dieser Zähne, das die in der Regel weit offenen Falten, welche meistens an ihrem untersten Ende sackartig ausgedehnt sind, vollkommen ausfüllt. Zunächst findet man in ihm sehr ansehnliche schief, horizontal und

---

1) Tab. I. fig. 3.

2) Tab. II. fig. 7.

besonders senkrecht laufende Kalkkanäle, welche denen in wirklichen Knochen desto mehr gleichen, da auch sie aus konzentrischen Schalen zusammengesetzte Wandungen zu haben scheinen. Aus dem Lumen entspringen dendritische Kanälchen, welche nach allen Richtungen hin radienartig durch die konzentrischen Schalen hindurchdringen, sich in büschelförmig beisammen stehende Aestchen auflösen und mit diesen in die Knochenkörperchen münden. Letztere liegen in den Theilen der ursprünglichen strukturlosen Grundlage der Cementmasse, welche die Zwischenräume zwischen den Wänden der Knochensubstanz ausfüllt, aber niemals in diesen selbst. Die Knochenkörperchen sind grösser als in wahrer Knochensubstanz, reichlicher vorhanden und so dicht aneinander gedrängt, dass man nur an höchst fein geschliffenen Cementstücken sie einzeln in ihrer meistens ovalen Form erblickt; meistens sind sie nur in unregelmässig eckige, undurchsichtige, grössere und kleinere Haufen vereinigt sichtbar. Sie zeigen in ihrem ganzen Umfange eine grosse Anzahl von Kanälchen, welche theils Zweige der vorher erwähnten sind, theils ihnen mehr eigenthümlich zugehören und sie mit einander vielfach in Verbindung setzen.

Am schwierigsten zu verstehen sind wohl die Zähne von *Hystrix cristata*. Einmal zeichnen sie sich schon dadurch aus, dass die vordersten oberen und unteren Backenzähne vollkommene, alle nachfolgende aber nur unvollkommene Wurzeln besitzen, dann aber auch darin, dass man kaum im Stande ist, die Faltungsweise herauszufinden. Es scheint, dass in Ober- und Unterkieferzähnen ursprünglich nur eine Falte und eine Gegenfalte anzunehmen ist, deren mehrfache Verzweigungen abgeschnürt und selbstständig auftreten. Nur die Hauptfalten und die grösseren Zweige derselben dringen tief nach abwärts, die kleineren bleiben mehr oberflächlich. Die innere Struktur bietet keine eigenthümlichen Merkmale dar; die Cementmasse in den Faltenräumen war in den von mir untersuchten Zähnen, welche freilich einem jungen Thiere angehörten, von schwärzlich-grüner Farbe, weich, vollkommen biegsam und bestand aus einer durchsichtigen, strukturlosen, mit sehr kleinen (molekülartigen) Körperchen mit sehr dunklen Umrissen durchsetzten Maase, so dass dann das Cement auch bei diesen Thieren, wie bei den Wiederkäuern, bei welchen es sich während der Entwicklung der Zähne deutlich nachweisen lässt, nur auf eigenthümliche Weise verknöchertes Futter zu seyn scheint, das, während die Zähne sich ausbilden, in die leeren Räume der Falten gelangt und dort diese Umwandlung erleidet.

d) Die blätterigen Zähne, wie sie bei *Euryotis (pallida)* vorkommen, entstehen auf die Weise, dass die entsprechenden Falten und Gegenfalten ineinander fliessen und dadurch der Zahn an seinem oberen Theile in mehrere Blätter abgetheilt wird. Der vordere obere Backenzahn dieses Thieres hat zwei Falten und zwei Gegenfalten, mithin drei Blätter, der mittlere eine Falte und eine Gegenfalte, mithin zwei Blätter, der dritte drei Falten und drei Gegenfalten, mithin vier Blätter; das letzte Blatt ist aber sehr klein. Im Unterkiefer ist der vorderste Zahn wie der hinterste im Oberkiefer gebaut, aber das kleine Blatt nach vorne gestellt und fast blos durch eine Falte ohne Gegenfalte gebildet; der zweite und dritte sind wie der mittlere im Oberkiefer. Die innere Struktur bietet nichts Besonderes dar.

III. Zähne ohne Wurzelbildung.

Einfache Faltung haben die Backenzähne der Gattung *Lepus*. Die Falte stülpt sich der ganzen Länge des Zahnes nach bis beinahe an die entgegengesetzte Wand ein, so dass nur noch ein ganz kleiner, blos durch Vergrösserung wahrnehmbarer Abstand übrig bleibt. Jeder Zahn in Ober- und Unterkiefer hat nur eine Falte, der vordere untere jedoch noch eine Andeutung einer zweiten, der oberste hinterste aber kaum eine Spur von Faltung. An den Zähnen des Oberkiefers ist der Faltenraum enger und die Falte dringt überhaupt nicht so sehr tief ein, wie bei denen in der Mandibula. Der Schmelz[1] ist an allen nach vorne sehenden Theilen des Zahnes — besonders in der Falte, sehr dünn aufgetragen, vielmals dicker an den nach rückwärts gewendeten; seine Fasern sind wie gewöhnlich, nur im Schmelz der Falten etwas gerader gestreckt, als gewöhnlich. Die Elfenbeinsubstanz zeigt auf dem Querdurchschnitte viele mit der Pulpahöhle konzentrisch laufende Ringe und ist im Ganzen wieder durch die Falte in Columnen getheilt, welche nach einwärts zusammenhängen; die Röhrchen zeigen nichts besonderes und vertheilen sich wie die Form der Columnen es eben nothwendig macht. Da wo die Columnen miteinander in Verbindung stehen, enden die Röhrchen wieder in ährenförmige Büschel, die sich aber nicht berühren, da sich zwischen ihnen die Elfenbeinmasse in eine Art Cementmasse mit grossen Kanälen umwandelt. Die Röhrchen sind übrigens dick, stark geschlängelt und an ihrem Ende reich verzweigt. — Im Faltenraume liegt wahre Knochenmasse ein, welche eine wirkliche, in die Falte hineingewachsene Fortsetzung der äusseren Alveolarkante zu seyn scheint[2].

Als Uebergangsform zum komplizirteren Baue kann man füglich die Zähne von *Cavia* (*Cobaja*) betrachten, denn hier findet sich in jedem Malmzahn der Mandibula eine starke, tief gehende Falte und eine schwächere Gegenfalte, im Oberkiefer dagegen immer nur eine schwache Falte und eine sehr tief gehende Gegenfalte. Die feinere

---

[1] Tab. I. fig. 4.

[2] *Pedetes* zeichnet sich dadurch aus, dass die Zähne des Oberkiefers nur eine Falte, die der Mandibula aber nur eine Gegenfalte haben.

Struktur ist bei diesen Zähnen übrigens ganz dieselbe wie bei *Lepus*.

Faltig und gegenfaltig sind die Zähne von *Hypudaeus* und *Hydrochoerus*. Bei ersterem[1]) hat der vordere untere Zahn zwei vollkommene und eine unvollkommene Falte, drei vollkommene und eine unvollkommene Gegenfalte, der zweite hat zwei vollkommene Falten und Gegenfalten, eben so der dritte; im Oberkiefer aber hat der erste und letzte Zahn zwei Falten und zwei Gegenfalten, der mittlere nur zwei Falten und eine Gegenfalte. Die innere Hälfte des Schmelzes zeigt auf dem Querdurchschnitte wieder sich wie Faden in der Leinwand durchkreuzende Fasern, welche an der äussern Hälfte parallel laufen. Die Elfenbeinsubstanz ist durch die verschiedenen Falten in entsprechende Kolumnen getheilt, die aber, weil eine Falte nie an die ihr entgegengesetzte Wand anwächst, immer durch kantige, schmale Fortsätze miteinander in Verbindung bleiben; ihre Röhrchen steigen sehr gerade nach aufwärts und biegen sich erst nahe am Schmelz stark bogig gegen diesen; in den Verbindungskanten sind sie wieder in ährenförmige Bündel gesammelt. Die Pulpahöhle in jeder Kolumne ist am unteren Theile jedes Zahnes am geräumigsten, nach oben aber nimmt sie in dem Maasse an Durchmesser ab, in welchem ihre Wände sich auf ihre Kosten verdicken; ganz oben wird sie durch eine cementartige Masse verschlossen. In den meistens sehr weiten Faltenräumen ist auch hier keine Cementmasse, sondern nur reine Knochenmasse, als Fortsetzung der scharfen Alveolarkanten, welche sich in sie hineinlegen.

Hydrochoerus hat im vorderen unteren Zahne zwei Falten und vier Gegenfalten, in den drei übrigen zwei Falten und drei Gegen-

---

1) Tab. II. fig. 2.

falten. Im Oberkiefer haben die drei vorderen Zähne zwei Falten und eine Gegenfalte, der hintere, lange Zahn hat zwölf Falten und zwölf Gegenfalten, welche alle, die vorderste ausgenommen, gegenseitig miteinander verschmelzen, und den Zahn in Blätter abtheilen. Zwischen Falten und Gegenfalten, und besonders zwischen die Blätter des letzten oberen Zahnes legt sich wieder Knochenmasse als Fortsätze der Alveolar-Kanten hinein. Die Struktur dieser Zähne stimmt mit der von *Hypudaeus* sehr überein. Bei der Gattung *Rhombomys* sind Falten und Gegenfalten in einerlei Richtung, so dass sie sich mit ihren inneren Enden berühren, aber ohne zu verschmelzen; die Verschmelzung findet erst vollständig statt bei:

Eriomys. Hier finden sich regelmässig zwei Falten und zwei Gegenfalten, welche jedesmal miteinander verschmelzen und jeden Zahn in drei Blätter theilen. Der vordere Zahn in der Mandibula hat nur eine Falte und zwei Gegenfalten, von welchen die vordere bis über die Mitte in den Zahn hineinreicht, die hintere aber mit der Falte verschwindet. Die Struktur betreffend zeichnen sich diese Zähne dadurch aus, dass die Pulpahöhle in jedem Blatte nach oben ziemlich weit bleibt und dort von viel Cement mit Knochenstruktur verschlossen wird; zwischen die einzelnen Blätter legt sich wieder Knochenmasse des Kiefers.

Erklärung der Tafeln.

Tab. I.

Fig. 1. Querdurchschnitt von einem Backenzahne des gemeinen Eichhörnchens (*Sciurus europaeus*) aus dem unteren Theile der Zahnkrone genommen.

Die ganze Figur wird aussen von dem milchigen, bandartig aussehenden Schmelze umgeben, innerhalb welchem die Elfenbeinmasse gelegen ist. Letztere ist von dicht aneinander liegenden Kalkröhrchen durchsetzt, die nur gegen den Schmelz hin in ansehnlicher Länge erscheinen, im Zentrum aber immer kürzer werden, weil sie gegen den Schmelz hin mehr horizontal, in der Mitte des Zahnes mehr perpendikulär stehen. Die Substanzlücken im Elfenbeine sind in die Krone heraufragende Hörner der Pulpahöhle.

Fig. 2. ist ein Querdurchschnitt aus dem oberen Theile der Krone eines Backenzahnes der gemeinen Ratte. Die Grenze bildet wieder der bandartige Schmelzstreifen, die Elfenbeinmasse wird durch von oben hereingestülpte meistens mit dem Querdurchmesser der Figur parallel laufende Schmelzfalten in verschiedene Partieen abgetheilt, von denen jede sehr dicht aneinandergedrängte Kalkröhrchen zeigt. Auf der Figur sind vier querliegende Zeichnungen dargestellt, von denen aber nur von oben gezählt die erste und dritte Schmelzfalten, die zweite und vierte dagegen zum Theil verstopfte Substanzlücken, in die Krone heraufragende Hörner der Pulpahöhle sind. In der oberen Schmelzfalte ist dichtes braunes Cement, das in der untern feiner und dünner erscheint. Die Kalkröhrchen zeigen im Ganzen die Anordnung, dass sie von den Substanzlücken entspringen und gegen den Schmelz — sowohl den der Falten als den der Peripherie hinlaufen.

Fig. 3. Querdurchschnitt eines Backenzahnes des Bibers, *Castor Fiber*. Die bandartigen Streifen um und in der Figur stellen wieder den Schmelz vor, der hier dadurch sich auszeichnet, dass er von quer herüber laufenden weissen Streifen in viereckige Stückchen abgetheilt wird. Durch die Falten, welche hier als abgeschnitten im Inneren liegen, wird die Elfenbeinmasse so verdrängt, dass sie nur mehr in schmalen an den Schmelz sich anlegenden Partien auftritt, in welchen die Kalkröhrchen wieder so liegen, dass sie von den langen Substanzlücken — Pulpahöhlen — immer gegen den Schmelz hin ausstrahlen. Im Innern der Schmelzfalten, sowohl der im Zahne liegenden als der von oben und aussen sich hereindrängenden ist Cementmasse.

Fig. 4. Querdurchschnitt eines Backenzahnes des Hasen (*Lepus timidus*). Die Figur wird durch eine von unten herauf dringende Schmelzfalte, deren Zwischenraum von Knochenmasse ausgefüllt ist, in eine rechte und linke Hälfte getheilt. Beide Hälften sind in ihrem Baue einander gleich; jede lässt im Innern einen Theil der Pulpahöhle erkennen, welche oben ganz offen, nach abwärts grösstentheils verschlossen ist; von da aus gehen die Kalkröhrchen der Elfenbeinmasse gegen den Schmelz der Falte und gegen den, welcher die ganze Elfenbeinmasse nach aussen begrenzt. In der kürzeren Hälfte, welche etwas dünner geschliffen ist, zeigen sich die in der Beschreibung erwähnten, mit der Pulpahöhle konzentrisch laufenden Ringe als weissliche Streifen.

Tab. II.

Fig. I. Längendurchschnitt eines Backenzahnes von *Pteromys nitidus*, welcher durch die Krone und zwei Wurzeln, eine lange und eine kurze, geführt ist.

Im Inneren zeigt sich wieder die Pulpahöhle als Substanzlücke, von der aus die weissen Kalkröhrchen des Elfenbeines entspringen. Diese werden in der Krone durch drei runde von oben nach abwärts steigende, mit Cement ausgefüllte Schmelzfalten auseinandergedrückt und bilden zwischen den Falten und zwischen diesen und dem peripherischen, breiten Schmelz pyramidenartige Bündel. In den Wurzeln, welche nach aussen von einer eigenthümlichen, die Stelle der Knochensubstanz vertretenden Substanz umgeben werden, laufen sie wie gewöhnlich; in dem bogigen Stücke aber, welches den Boden der Pulpahöhle bildet, und von einer Wurzel zur anderen geht, zeigen sie, besonders reichlich in dem der langen Wurzel angehörenden Theile, Umbiegungsschlingen.

Fig. 2. Querdurchschnitt von einem Backenzahne der Wasserratte, *Hypudaeus amphibius.* Von den Falten und Gegenfalten, deren äussere Räume von gelblicher Knochensubstanz der eindringenden Alveolarkanten ausgefüllt sind, wird der ganze Querdurchschnitt in vier Partieen abgetheilt, deren jede in der Mitte eine von verhärteter Pulpa ausgefüllte Pulpahöhle, um diese herum Elfenbein mit weissen Kalkröhrchen und als äusserste Substanz den Schmelz hat. Da der Schmelz keine Abtheilung vollkommen umschliesst, so hängt immer eine mit der anderen zusammen. Die Elfenbeinröhrchen sind am deutlichsten in der Nähe des Schmelzes, wo sie mehr horizontal liegen; gegen die Pulpahöhle hin stehen sie mehr senkrecht und zeigen sich daher hier nur in den als Punkte sich darstellenden Durchschnitten.

Fig. 3. ist Elfenbeinsubstanz aus einem Backenzahne des Bibers bei sehr starker Vergrösserung gezeichnet. Die weissen Kalkröhrchen liegen einander parallel, sind leicht wellenförmig gebogen, theilen sich dichotomisch und verästeln sich am Schmelze, von dem nur eine kleine Partie angegeben ist, sehr reichlich. Hie und da dringen Aeste in die Schmelzmasse selber ein.

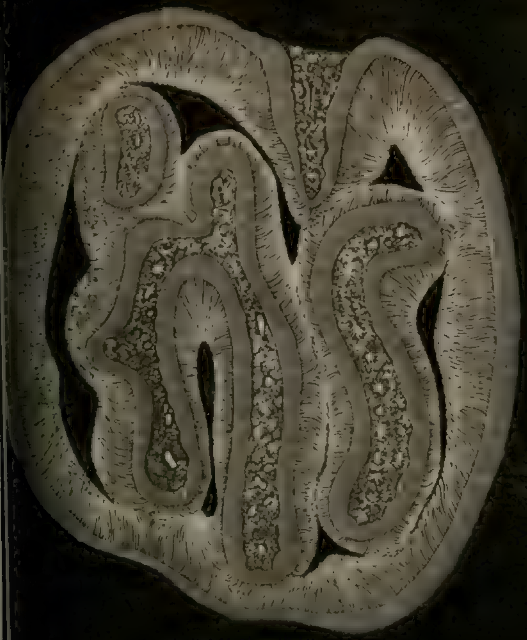
Fig. 4. stellt Elfenbein vom Zahne eines Kalbes vor, welches aus dem Theile, der den Boden der Pulpahöhle bildet, genommen ist. Die Kalkkanäle sind anfänglich in Bündel vereinigt, entfernen sich dann von einander, biegen bald höher bald tiefer Schlingen bildend um und verwirren sich untereinander.

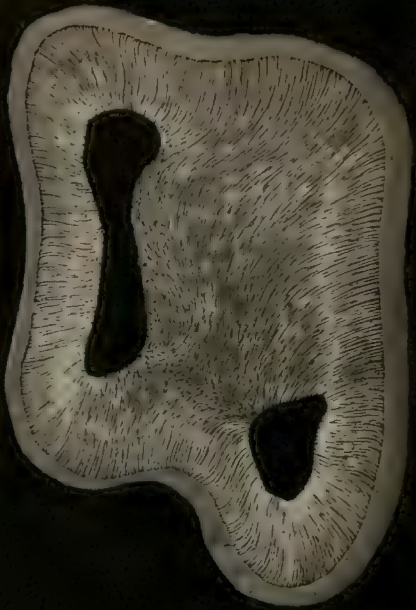
Fig. 5. Schmelz vom menschlichen Zahne, bestehend aus den ζ-förmig gebogenen Schmelzfasern (Prismen), welche in der Nähe der äusseren Oberfläche durch gleichzeitige Biegungen nach vorwärts parallel neben einander liegende, weisse Streifen erzeugen.

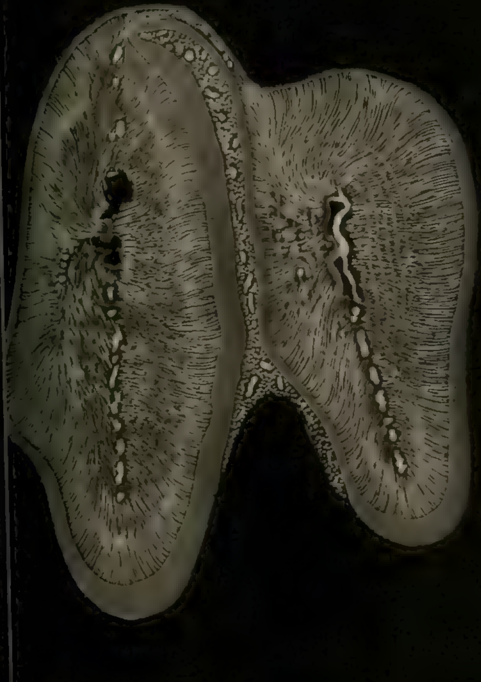
Fig. 6. Knochensubstanz von der Wurzel eines Backenzahnes des Kalbes. Die meistens sternförmigen, grossen Knochenkörperchen liegen gegen die äussere Oberfläche hin, dann kommen Kalkkanäle mit einzelnen Knochenkörperchen durchsetzt und nach diesen, der Elfenbeinsubstanz anliegend kleinere ästige Kalkräume (Knochenkörperchen).

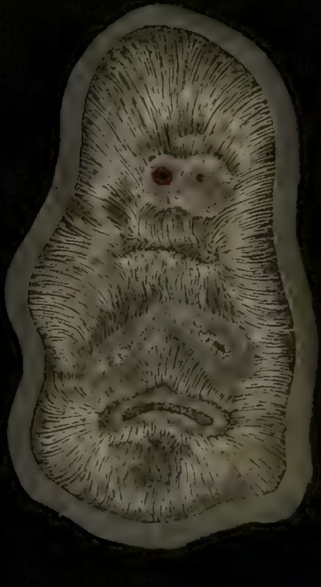
Fig. 7. Cement vom Backenzahne des Bibers. In ihm sind grosse mit Kalk gefüllte Kanäle, von denen der eine schief, die beiden andern quer durchgeschnitten sind, weil sie immer in verschiedenen Richtungen liegen; um jeden Kanal laufen conzentrische weissliche Streifen, die eben so viele durchschnittene conzentrische Schalen sind, welche die Wandungen dieser Kanäle konstruiren; von jedem Kanale aus laufen durch die conzentrischen Schalen hindurch dendritische Kanälchen; die Zwischenräume zwischen den Mündungen der grossen Kanäle sind mit Knochenkörperchen angefüllt.

Tab 1

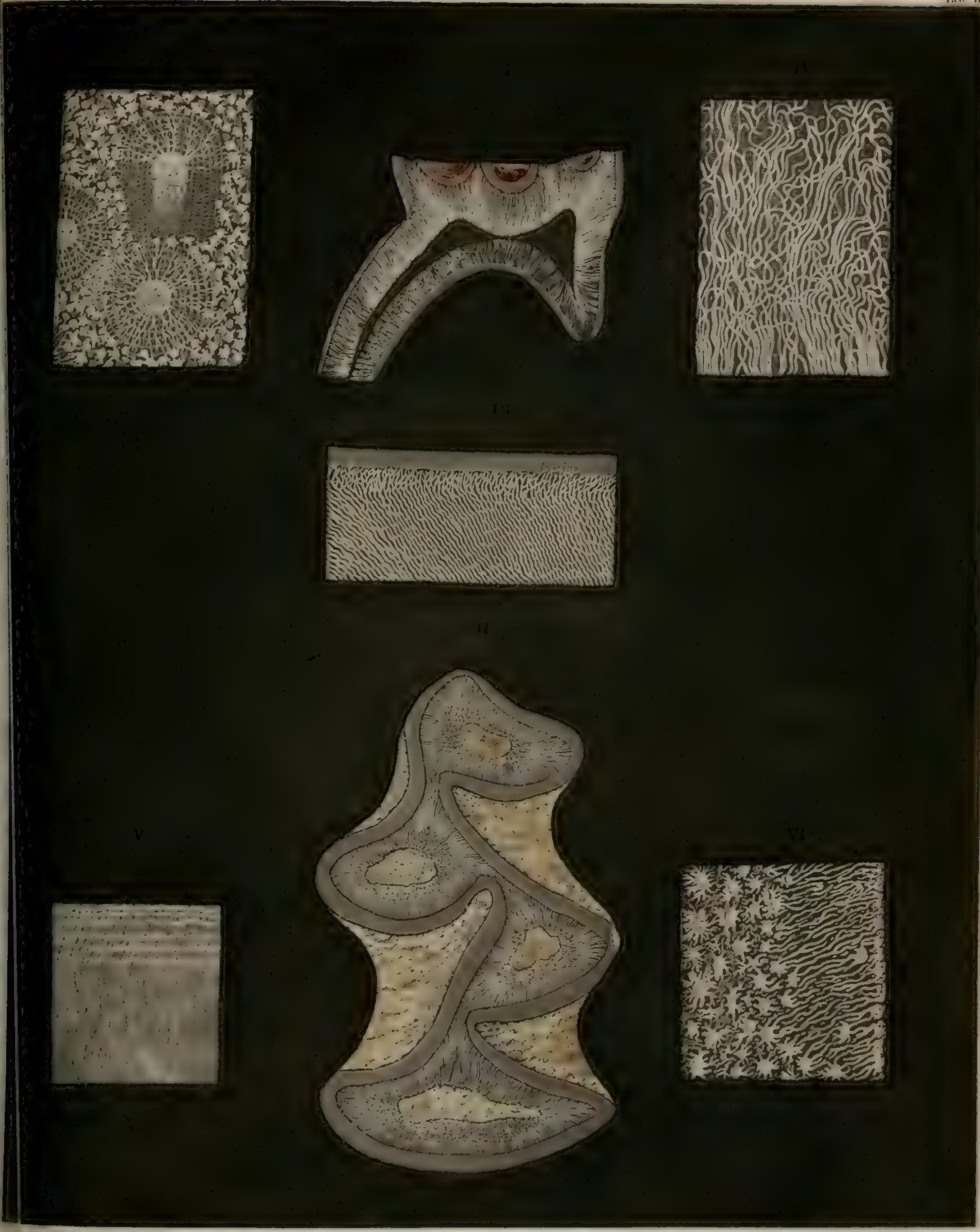








Tab II



BRITISH NATURAL HISTORY

Ueber die

Darstellung des Curcumins,

dessen

chemische Eigenschaften und elementare Zusammensetzung.

Von

Dr. A. Vogel jun.,

Adjunkten am chem. Laborator. des kgl. General-Conservatoriums.

Ueber die

Darstellung des Curcumins,

dessen

chemische Eigenschaften und elementare Zusammensetzung.

Von

Dr. A. Vogel jun.,

Adjunkten am chem. Laborator. des kgl. General-Conservatoriums.

Die vegetabilischen Farbstoffe sind in der neuern Zeit ganz besonders der Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden. Durch eine Reihe glücklicher Arbeiten der gewandtesten Chemiker wurden viele dieser Körper ihrer Natur oder wenigstens ihrer elementaren Zusammensetzung nach erkannt. Viele jedoch sind noch übrig, die einer genaueren Bearbeitung bis jetzt entbehren.

Unter den letzteren, die noch nicht in voller Reinheit isolirt dargestellt werden konnten, ist der gelbe Farbstoff der *Curcuma*-Wurzel wohl einer der bekanntesten, welcher, obgleich weniger als Farbe benützt, doch in den Händen der Chemiker als ein unentbehrliches Reagens sich geltend gemacht hat.

Den Rückstand der abgedampften Aether-Auflösung löste ch in Alkohol auf und versetzte diese Auflösung mit einer weingeistigen Bleizucker-Auflösung, wodurch sogleich ein voluminöser, rother Niederschlag entsteht. Es wird nur so lange von der Bleizucker-Auflösung zugesetzt, bis keine Fällung mehr stattfindet. Der auf diese Weise gebildete Niederschlag, hinlänglich gewaschen und getrocknet, erscheint als ein gelbrothes Pulver, welches die Verbindung des reinen Farbstoffes mit Bleioxyd ist. Der Gehalt des Bleies in dieser Verbindung ist nicht ganz constant und variirte in vier Versuchen zwischen 43,67 und 56,33 Procenten.

Um das Blei zu trennen, wird das braunrothe Pulver, in Wasser fein zertheilt, in einer Flasche der Einwirkung eines Stromes von Schwefelwasserstoffgas mehrere Stunden lang ausgesetzt. Nachdem die Zersetzung vollständig vor sich gegangen, wird das durch Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas gebräunte Pulver gewaschen und getrocknet, mit kochendem Aether ausgezogen, wobei das gebildete Schwefelblei zurückbleibt. Beim Abrauchen und langsamen Verdampfen des Aethers bleibt das Curcumin in durchsichtigen, geruchlosen Scheiben zurück. Diese lassen sich, wenn sie gehörig getrocknet sind, leicht zu einem feinen gelben Pulver zerreiben. Die gelbe Farbe ist um so schöner und intensiver, je grösser die Feinheit des Pulvers ist. In ganzen Stücken hat das Curcumin eine zimmtbraune, und beim durchfallenden Lichte eine tiefrothe Färbung.

Vermittelst dieses Verfahrens kann man aus 1 Pf. Curcuma-Wurzeln ungefähr ½ Unze Curcumin erhalten, eine Quantität, die zu den nöthigen Versuchen hinreichend war.

So sehr ich mich auch auf verschiedenen Wegen bemühte, das Curcumin krystallisirt darzustellen oder zu sublimiren, so hat es mir doch bis jetzt auf keine Weise gelingen wollen. Es blieb mir daher nichts anderes übrig, als das auf die angegebene Art dargestellte Curcumin einer genaueren Prüfung zu unterwerfen.

Das Curcumin schmilzt leicht, schon unter 40°C und sogar bei der gewohnlichen Temperatur vereinigt sich das Pulver zu Stücken. Es brennt mit lebhafter Flamme, welche starken Russ absetzt.

Durch den Einfluss des direkten Sonnenlichtes verliert das Curcumin an Intensität der Farbe, welche bei längerer Einwirkung des Lichtes ins Gelblich-Weisse übergeht. Am besten kann man diess beobachten, wenn ein mit Curcuma-Tinktur getränktes Papier dem Sonnenlichte ausgesetzt wird.

Vermöge seiner Unlöslichkeit in Wasser, leichten Löslichkeit in Alkohol und Aether, seiner klebrigen Beschaffenheit und seiner Sprödigkeit im vollkommen trockenen Zustande ist es als ein Pflanzen-Harz zu betrachten.

Bei der Bestimmung der elementaren Zusammensetzung des Curcumins bediente ich mich des von *Liebig* verbesserten und vereinfachten Verbrennungs-Apparates und beobachtete genau dessen dabei angegebene Vorsichtsmaassregeln, die ganz besonders geeignet sind, der Ausführung der Operationen die nöthige Sicherheit zu geben.

Chevreul gibt in seiner chemischen Farbenlehre *) beim Artikel Curcumin an, dass dasselbe aus Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff in noch unbestimmten Verhältnissen bestehe. Obgleich schon der Analogie nach es sehr wahrscheinlich war, dass das Curcumin keinen Stickstoff enthalte, so unterliess ich es doch nicht, die gewöhnlichen Versuche anzustellen, durch welche über den Stickstoffgehalt eines Körpers entschieden wird. Zu dem Ende brachte ich eine Quantität Curcumin mit dem Sechsfachen des Gewichtes Kalihydrat in eine kleine Röhre und erhitzte sie zum Schmelzen. Ist nämlich der Körper stickstoffhaltig, so entwickelt sich hiebei der ganze Stickstoffgehalt als Ammoniak, welches durch den Geruch deutlich wahrgenommen werden kann. Diess war aber mit dem Curcumin nicht der Fall.

---

*) *S. M. E. Chevreul Leçons de chimie appliquée à la teinture. T. II. p.* 178.

Das Curcumin, welches ich zu den Verbrennungen verwendete, war fein gepulvert und getrocknet.

Vier Verbrennungen von Curcumin, welches zu verschiedenen Malen auf die oben angegebene Weise dargestellt worden war, gaben folgende Resultate:

I.	0,392	Grmm.	gaben	0,266	Wasser	und	0,986 Kohlensäure.
II.	0,253	„	„	0,174	„	„	0,636 „
III.	0,283	„	„	0,192	„	„	0,711 „
IV.	0,419	„	„	0,270	„	„	1,053 „

Diese Analysen geben in 100 Theilen:

	I.		II.		III.		IV.
Kohlenstoff	69,548	—	69,507	—	69,466	—	69,485
Wasserstoff	7,539	—	7,641	—	7,502	—	7,159
Sauerstoff	22,913	—	22,852	—	23,032	—	23,356
	100,000	—	100,000	—	100,000	—	100,000

Als Resultat dieser vier Analysen ergibt sich die Zusammensetzung des Curcumins im Mittel berechnet:

Kohlenstoff	69,501
Wasserstoff	7,460
Sauerstoff	23,039
	100,000

welche Zusammensetzung der Formel $C_9 H_{12} O_2$ entspricht.

Einwirkung der Säuren auf Curcumin.

Verdünnte Säuren äussern auf Curcumin keine Wirkung, von den concentrirten aber wird es aufgelöst. Insbesondere habe ich die Wirkung der concentrirten Schwefelsäure untersucht. Uebergiesst man fein gepulvertes Curcumin mit concentrirter Schwefelsäure, so nimmt dasselbe sogleich eine dunkelbraunrothe Färbung an und löst sich schon in der Kälte vollständig auf. Durch Zusatz von Wasser verliert sich die carmoisinrothe Farbe augenblicklich und es fallen nach einiger Zeit grüngelbe Flocken heraus, welche alle Eigenschaften des reinen Curcumins besitzen.

Ebenso wie die concentrirte Schwefelsäure verhalten sich Phosphorsäure und Hydrochlorsäure zum Curcumin.

In concentrirter Essigsäure löst sich das Curcumin, ohne die Farbe zu verändern.

Sehr eigenthümlich ist die Veränderung, welche das Curcumin durch die Einwirkung der Salpetersäure erleidet. Ich vermischte 1 Thl. Curcumin in einer Porzellanschale mit dem Doppelten seines Gewichtes Salpetersäure, die vorher mit ihrem gleichen Vol. Wasser verdünnt worden war. In der Kälte zeigte sich keine Veränderung; sobald aber das Gemeng auf dem Sandbade langsam erwärmt eine höhere Temperatur annimmt, so beginnt die Einwirkung mit bedeutender Heftigkeit. Die Flüssigkeit erhebt sich in Blasen, so dass die Porzellanschale vom Feuer abgenommen werden muss, bis die Heftigkeit der Einwirkung nachgelassen hat. Sodann wird der Process fortgesetzt, bis keine Gasentwicklung mehr stattfindet. Durch die Einwirkung der Salpetersäure wird das Curcumin in zwei deutlich von einander verschiedene Körper zerlegt, in eine harzartige Masse, welche in gelben Stücken sich zu Boden setzt und in eine gelbliche in Wasser leicht lösliche Substanz.

Der durch die Salpetersäure entstandene, gelbe, feste Körper wurde so lange gewaschen, bis das Wasser sich nicht mehr gelb färbte und dann mehrmals mit Wasser destillirt. Nachdem er fein gepulvert und bei 100°C getrocknet war, gaben zwei Verbrennungen mit Kupferoxyd folgende Resultate:

I. 0,204 Grmm. gaben 0,365 Kohlensäure und 0,093 Wasser.
II. 0,312 „ „ 0,557 „ „ 0,142 „

Diese Analysen, nach 100 Thln. berechnet, geben:

	I.		II.
Kohlenstoff	49,470	—	49,359
Wasserstoff	5,063	—	5,056
Sauerstoff	45,467	—	45,585
	100,000	—	100,000

Die procentige Zusammensetzung dieses Körpers entspricht der Formel $C_8 H_{10} O_5$, welche verglichen mit der des Curcumins $C_9 H_{12} O_2$ zu dem Resultat führt, dass das Curcumin durch die Behandlung mit Salpetersäure mehr Sauerstoff aufnimmt und desshalb als höher oxydirt zu betrachten ist. Vom Curcumin unterscheidet sich der neu gebildete Körper auffallend durch den Geruch.

Neben diesem so eben beschriebenen Körper entsteht durch die Einwirkung der Salpetersäure auf das Curcumin eine in Wasser lösliche Substanz, welche in kleinen durchsichtigen Nadeln aus der Auflösung crystallisirt. Wegen ihrer sehr geringen Menge und leichten Zerfliesslichkeit ist es mir noch nicht gelungen, über deren Natur genügenden Aufschluss zu erhalten.

Einwirkung der Alkalien auf Curcumin.

Mit den Alkalien bildet das Curcumin sehr leicht in Wasser lösliche Verbindungen. Behandelt man gepulvertes Curcumin mit geschmolzenem kaustischem Kali, so entsteht eine dunkelbraune Masse, welche in Wasser sehr auflöslich ist. Durch verdünnte

Säuren wird aus der alkalischen Auflösung das Curcumin vollständig herausgeschlagen. Ich habe auf diese Methode eine ziemliche Quantität Curcumin dargestellt, indem nicht der durch Alkohol und Aether ausgezogene Farbstoff, sondern die geschnittenen Curcuma-Wurzeln selbst mit kochender verdünnter Kali-Lauge behandelt wurden. Durch Eintröpfeln von verdünnter Schwefelsäure entsteht ein gelber Niederschlag, welcher hinreichend gewaschen in der Analyse die elementare Zusammensetzung des reinen Curcumins zeigte.

Curcumin als Reagens.

Auf die Eigenschaft des Curcumins, durch Alkalien braun gefärbt zu werden, gründet sich bekanntlich dessen grosse Anwendung als Reagens. Doch sind es nicht allein die Alkalien und alkalischen Erden, welche diese Wirkung hervorbringen, sondern auch die Boronsäure, die Blei- und Uransalze sind im Stande, die gelbe Farbe des Curcumins ins Braunrothe zu verändern.

Die Nüançen der braunen Farbe, welche das Curcuma-Papier von den Alkalien und alkalischen Erden annimmt, sind unter sich fast gleich und das gebräunte Papier nimmt durch Benetzen mit schwachen Säuren seine ursprüngliche gelbe Farbe wieder an. Diese letztere Erscheinung findet, wie mir es scheint, in den oben angeführten Versuchen ihre Erklärung. Bringt man nämlich ein mit Curcuma-Tinktur getränktes Papier in eine verdünnte Kalilauge, so wird dieselbe braungelb gefärbt, indem das Curcumin zum Theil sich auflöst. Benetzt man nun das gebräunte Papier mit Säuren, so wird das Curcumin aus seiner alkalischen Auflösung herausgeschlagen, wodurch das Papier wieder seine gelbe Farbe bekömmt.

Durch Bleisalze nimmt das Curcuma-Papier eine braunrothe Farbe an, die sich von der durch alkalische Substanzen erzeugten nicht unterscheidet. Sehr verschieden aber ist die Nüance, welche durch Uransalze hervorgebracht wird. Das Papier färbt sich sogleich dunkelschwarzbraun, wodurch bei einiger Uebung die Bleisalze von den Uransalzen sicher unterschieden werden können. Auch durch das Verhalten der Säuren zu dem durch die genannten Metallsalze veränderten Curcuma-Papier zeigt sich ein Unterscheidungsmerkmal. Während nämlich das durch Bleisalz gebräunte Papier von verdünnten Säuren sogleich wieder gelb wird, so bedarf das mit Uran behandelte beinahe der viertelstündigen Einwirkung einer ziemlich concentrirten Säure, um seine ursprüngliche Farbe wieder zu erhalten.

Es ist hier noch des eigenthümlichen Verhaltens der Boronsäure und der boraxsauren Salze auf das Curcumin zu erwähnen.

Benetzt man frisch bereitetes Curcuma-Papier mit einer wässrigen oder weingeistigen Lösung von Boronsäure, so nimmt es eine hochrothe Farbe an, welche durch verdünnte Säuren nicht wieder verschwindet. Bringt man das durch Boronsäure geröthete Curcuma-Papier mit Ammoniak in Berührung, so verändert sich die Farbe in schönes Indigoblau, welches durch verdünnte Säuren und schon mit der Zeit durch Verflüchtigen des Ammoniaks sich vollkommen verliert.

Von einer Boraxauflösung wird das Papier schwarzgrau, von boronsaurem Kali und boronsaurem Ammoniak hellgrau gefärbt.

Durch die angebenenen Erscheinungen wird das Curcumin zu einem sehr schätzbaren Reagens, da es uns in Stand setzt, Uran- und Bleisalze, Alkalien und alkalische Erden durch einen einzigen Versuch von einander zu unterscheiden.

ABHANDLUNGEN
DER
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE
DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DRITTEN BANDES
DRITTE ABTHEILUNG
DIE ABHANDLUNGEN VON DEN JAHREN 1842 UND 1843 ENTHALTEND.

Inhalt

Seite

I. Beschreibung des für die Feuerwacht auf dem St. Petersthurme in München ausgeführten Pyroskops, von Dr. *C. Steinheil.* Mit 9 lithographirten Tafeln 561

II. Ueber die Natur des eigenthümlichen Geruches, welcher sich sowohl am positiven Pole einer Säule während der Wasserelektrolyse, wie auch beim Ausströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen entwickelt. Von Prof. *Schönbein* in Basel . 587

III. Auseinandersetzung der specifischen Differenzen, durch welche sich die Hyaena brunnea von der Hyaena striata und crocuta in der Beschaffenheit des Schädels und Gebisses unterscheidet. Von Prof. Dr. *A. Wagner* 607

IV. Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem Maasse. Von dem Akademiker und Conservator *Lamont* 619

V. Resultate der magnetischen Beobachtungen in München während der dreijährigen Periode 1840, 1841, 1842. Von *J. Lamont* . 671

VI. Ueber quantitative Analyse durch chemische Beobachtungen. Von Dr. *C. Steinheil* 689

VII. Plantarum, quas in Japonia collegit Dr. Ph. Fr. de Siebold genera nova, notis characteristicis delineationibusque illustrata proponunt Dr. *Ph. Fr. de Siebold* et Dr. *J. G. Zuccarini.* Fasciculus primus. Cum tab. lapidi incisis V. 717

VIII. Beiträge zur Morphologie der Coniferen. Von Dr. *J. G. Zuccarini.* Mit 5 lithographirten Tafeln 751

Beschreibung

des

für die Feuerwacht auf dem St. Petersthurme in München

ausgeführten

Pyroskop's

von

Dr. C. Steinheil.

Beschreibung
des
Steinheil'schen Pyroskops
zur
Ermittelung des Ortes einer Brandstätte, wie es für die Feuerwacht auf dem St. Petersthurme in München ausgeführt ist.

Verschiedene Principien solcher Vorrichtungen im Allgemeinen.

Die Aufgabe „von einem hohen Punkte aus die Stelle eines Feuers bei Nacht zu bestimmen,“ ist vielfacher Lösung fähig. Man kann darauf ausgehen, den einen Punkt wie in der Astronomie durch Angabe von Azimut und Höhe von allen andern zu unterscheiden, also zu bestimmen; man kann mechanische Einrichtung treffen, wo durch Einstellen eines Fernrohres ein Zeiger bewegt wird, der graphisch den Ort auf einer Karte andeutet. — Man kann Projectionen wählen, wo das Feuer als Lichtpunkt direkt den Ort selbst bezeichnet. — Alle diese Lösungen wären im Grunde gleich gut, wenn nicht die Aufgabe mit einer ganz eigenthümlichen Schwierigkeit zu kämpfen hätte. Diese Schwierigkeit liegt nicht etwa im Problem, sondern in der geringen Intelligenz und Geschicklichkeit, die man bei dem Beobachter — dem Feuerwächter — voraussetzen darf. Es handelt sich also hier darum, eine Lösung der Aufgabe zu finden, welche die Geschicklichkeit des Beobachters ganz unnöthig macht, welche diese ganz eliminirt, und nur aus diesem Gesichtspunkte haben die verschiedenen Lösungen der Aufgabe verschiedenen praktischen Werth. Erst wenn obiges gelingt, wird die Vorrichtung sich im Gebrauche als bequem und sicher bewähren. Man ist also vorherein auf Untersuchung der *einfachsten Mittel* verwiesen, durch welche die Lösung möglich wird.

Ablesungen von Azimutal- und Höhenkreisen, die dann mittels einer Tabelle den gesuchten Namen geben, sind offenbar zu complizirt. Sie können wie auf der Festung von Salzburg entsprechen, wenn gebildete Militärs diese Beobachtungen anstellen, aber nicht mehr unter den Händen der hiesigen Feuerwächter, welche in der Regel Webergesellen sind.

Viel einfacher scheint die Einrichtung von Littrow in Wien und der Vorschlag von Böhm im Kunst- u. Geewerbebl. für 1841 wo nur das Einstellen eines Fernrohres oder Diopters erfordert wird, um mechanisch den betreffenden Punkt auf der Karte anzugeben. Aber sogar dieses scheint für Viele noch zu schwierig. Denn bei Nacht ist das Gesichtsfeld des Fernrohres nicht leicht von der Gegend zu trennen und die Fäden zum Einstellen sind oft, besonders wenn Licht im Zimmer, gar nicht zu unterscheiden. Daher der Ungeübte am Ende wohl die Feuerstätte in das Gesichtsfeld des Fernrohres bringt, aber nicht genau einstellen kann. Nimmt man aber künstliche Beleuchtung zu Hülfe, so ist das Auffinden noch schwieriger, wo nicht die dem speciellen Falle entsprechende Intensität getroffen wird, was auch wieder Schwierigkeiten bietet. —

Pyroscop durch Projection des Bildes.

Offenbar ist die dritte Klasse solcher Vorrichtungen die einfachste, wo das Feuer sich direkt projizirt auf die Zeichnung der Gegend oder ihre Karte; sie ist ganz unabhängig von aller Operation und gibt, ohne Visiren, ohne Zeiger, Jedem, der nur sieht, den Punkt unmittelbar selbst an. Aber auch dieses Prinzip ist sehr verschiedener Ausführung fähig. Es wird dabei viel auf die Localität ankommen. Je nachdem sie Aussicht gestattet, kann eine Einrichtung zweckmässiger als die andere werden. Wo ringsherum freie Aussicht gegeben ist, liesse sich die Camera Obscura zur Projection des Feuers auf das schon früher mit demselben Instrument entworfene Bild der Gegend sehr gut anwenden. — Je grösser die Dimensionen der Camera Obscura gewählt würden, desto sicherer würden noch entferntere Details zu erkennen seyn. Hier könnten auch statt der sehr mühvoll anzufertigenden Zeichnungen Daguerre'sche Bilder geeignete Anwendung finden, wenn sie in grösserem Maasstabe als die bisherigen ausgeführt, nachträglich mit den betreffenden Namen beschrieben und zum Schutze dann stark vergoldet würden.

Wo die Localitätsverhältnisse jedoch die Aufstellung dieses Apparates unmöglich machen, da erscheint die Camera Lucida vorzüglich geeignet. Auf deren Anwendung beruht auch der Apparat, welcher dahier auf dem Petersthurme ausgeführt wurde, und welchen wir jetzt nach Allerhöchstem Auftrage näher zu beschreiben haben. — Diese Beschreibung ist bestimmt, die allgemeine Anwendung dieser Einrichtung in Bayern möglich zu machen. Wir werden daher alle Details aufnehmen, die zum Verständniss und zur Herstellung ähnlicher Einrichtungen erforderlich scheinen.

Die Camera Lucida.

Für diejenigen meiner Leser, welche die Camera-Lucida, diese sinnreiche Erfindung von Wollaston, zum Entwerfen getreuer Umrisse nach der Natur nicht genau kennen, wird eine nähere Beschreibung unerlässlich seyn.

Sie besteht in einem vierseitigen Glasprisma mit doppelter Spiegelung im Innern. Den auf die Axe des Prismas senkrechten Durchschnitt des Prisma zeigt Fig. 1. Der Winkel $a'ea''$ ist ein rechter von 90°. Die Abstände der Kanten a'', c'' und a' von der Kante e sind gleich. Ueberdiess ist die Seite $a''c''$ ebenso lang als $c'a'$. Die Winkel $ea''c''$ und $ea'c'$ sind daher auch gleich und zwar $67\frac{1}{2}°$, beide zusammen aber gleich $a''c'a'$ oder 135°. Wenn daher ein Lichtstrahl von b aus senkrecht auf die Fläche ea' trifft, hier in das Glas eindringt und bei b' die erste spiegelnde Fläche $a'c'$ berührt, so wird er im Innern des Glases unter demselben Winkel von dieser Fläche reflectirt, setzt also seinen Weg nach b'' fort. Dort wird er abermals unter gleichem Winkel reflectirt von der zweiten spiegelnden Fläche $a''c''$ und verlässt jetzt senkrecht auf $a''e$ das Glasprisma, indem er nach b''' hingebrochen wird. Befindet sich nun das Auge vor dem Prisma so, wie es die Zeichnung angibt, so gelangt der Strahl b in das Auge, was nun den Gegenstand, von dem der Lichtstrahl b kömmt, in der Richtung $b'b''''$ zu sehen glaubt.

Da aber zweimalige Spiegelung statt findet, so erscheint nicht mehr links mit rechts verwechselt, und das Auge sieht den Punkt, welcher die Lichtstrahlen $a\ b\ c$ absendet, jetzt in horizontaler Richtung, als kämen sie an von $a''''b''''c''''$.

Wenn also das Auge kein anderes Licht empfängt, als solches, was nach zweimaliger Spiegelung vom Prisma kömmt, so erscheint das Bild des Gegenstandes in a b c um 90° abgelenkt in der Richtung b'''' zu liegen. Kömmt aber zugleich auch noch Licht von d her über die Kante a'' des Prismas hinweggehend in das Auge, so sieht man nicht nur den Gegenstand b, sondern zugleich auch den Gegenstand d in derselben Richtung, beide sich deckend, übereinander als durchsichtige Bilder.

Man denke sich nun, dass in a b c die Hand Desjenigen liege, welcher die Gegend gesehen in der Richtung d, in a b c zeichnen will, so erscheint das Bild der Hand über der Gegend, aber durchsichtig, gewissermassen wie ein Schatten, und man kann ebenso die Spitze des Zeichnungsstiftes erkennen, der jetzt den Grenzen des Bildes nachgeführt wird, und so in a b c die Nachzeichnung von d liefert. Das eine oder das andere Bild wird aber um so heller, je grösser der Theil der Pupille ist, welcher Licht empfängt. In Fig. 1. z. B. steht das Auge so, dass die untere halbe Pupille Licht durch das Prisma, die obere Hälfte aber Licht von d her empfängt. Wäre daher der Gegenstand in d und die Hand in b gleich stark beleuchtet, so müsste auch das Bild von d und das von b dem Auge gleich hell erscheinen.

Diess muss immer seyn, wenn man beide Bilder übereinander gleich gut sehen will, was die Bedingung des Zeichnens fordert. Wäre jedoch die Hand und Zeichnungsfläche schwächer beleuchtet als die Gegend in d, so würde das Bild von d in solcher Weise vorherrschen, dass man nur schwache Umrisse von der Hand oder diese nicht einmal erkennen könnte; dann ist es natürlich auch unmöglich zu zeichnen. Um diese ungleiche Intensität der Beleuchtung auszugleichen, braucht man nur mit dem Auge hinauf oder herunter zu rücken. Denn steht das Auge z. B. etwas höher als in Fig. 1., so erhält der grösste Theil der Pupille Licht von d her, und nur ein kleiner Theil bekömmt Licht durch das Prisma von b her. Wollte man aber die Hand durch das Prisma heller sehen, so wäre nur mit dem Auge abwärts zu rücken, wo dann der umgekehrte Fall eintritt.

Indessen würde man so durch kleine unvermeidliche Schwankungen des Kopfes unwillkührlich bald das eine bald das andere Bild zu hell sehen und nicht, wie es das Zeichnen fordert, beide gleich hell erhalten können. Desshalb hat man eine Blendung mit länglichter Einsicht vor dem Prisma angebracht, die hinauf und herunter verstellt werden kann, und so nach Willkühr mehr Licht vom Prisma oder von der Gegend in das Auge gelangen lässt. Die Abbildung dieser Blendung zeigt Fig. 6. Sie steht, wie aus Fig. 3 zu ersehen, möglichst nahe an dem Prisma und wird mittels des Hebels h Fig. 2 um die Axe g gedreht, also hinauf oder herunter bewegt. Von der Handhabung dieses Hebels h Fig. 2 hängt es also allein ab, ob man Gegend oder Zeichnung heller sehen will. Wäre jedoch die Einrichtung nur so, wie ich sie jetzt beschrieben habe, und man würde z. B. mit der Spitze des Zeichnungsstiftes einen scharf begrenzten Punkt, etwa einen entfernten Thurmknopf decken, dann aber mit dem Kopfe sich links und rechts bewegen, so würde man gewahr werden, dass der Stift nicht in allen Lagen des Auges auf den Thurmknopf trifft, sondern dass sich beide gegen einander mit dem Auge des Beobachters bewegen. Man könnte also keine Contour sicher verfolgen, weil unwillkükrliche kleine Bewegungen des Auges andere Coinzidenzen zwischen Stift und Bild veranlassen würden. Diese Beweglichkeit der Bilder, die natürlich entfernt werden muss, hat darin ihren Grund, dass die Zeichnungsfläche dem Auge nahe liegt, während die Gegend sehr entfernt ist. Die Lichtstrahlen kommen also von einem Punkte der Zeichnungsfläche divergent in das Auge, von einem Punkte der Gegend aber parallel. Man muss also noch die Vorrichtung treffen, dass auch die Lichtstrahlen von der Zeichnungsfläche her unter sich parallel in's Auge gelangen. Diess wird bekannter Weise erlangt durch eine Glaslinse zwischen Prisma und Zeichnungsfläche, die von letzterer um ihre Brennweite absteht.

Noch ist zu bemerken, dass die absolute Grösse der Zeichnung dem Abstande des Prisma von der Zeichnungsfläche proportional ist, d. h. um so grösser wird, je weiter man das Prisma von der Zeichnungsfläche entfernt. Diess ist leicht erklärlich und wird, wie beim Zeichnen nach der Natur, deutlich werden, wenn man zwischen Auge und Gegenstand eine durchsichtige Glastafel denkt, die ihre Abstände ändert.

So weit die Camera-Lucida im Allgemeinen, damit ist auch schon das Wesentliche der Einrichtung auf dem Petersthurme gegeben. Denn man wird jetzt leicht begreifen, wie durch sie die Stelle, wo es brennt, bei Nacht aufgefunden werden kann.

Anwendung der Camera-Lucida als Pyroskop.

Gesetzt, wie oben angegeben ist, es wäre mit einer Camera-Lucida das Panorama von dem Thurme aus auf feste Unterlagen gezeichnet und man hätte Mittel, das Instrument immer wieder in dieselbe Lage gegen Natur und ihr Bild zu bringen, so müssten sich auch beide, Natur und Zeichnung, immer in aller Schärfe decken, d. h. man würde das Bild des Panoramas jetzt umgekehrt projizirt sehen auf die Natur. Nehmen wir nun an, es sollte bei Nacht die Stelle eines Feuers hiermit gefunden werden, so wäre bloss erforderlich, das sorgfältig ausgeführte Panorama zu erleuchten, dann würde man durch die Camera-Lucida sehend von aussen, von der Gegend, wo es dunkel ist, nichts als das Feuer erkennen, vom Prisma her aber das Bild der Gegend, das beleuchtete Panorama betrachten und zwar genau in allen seinen Punkten, als wenn man in die Gegend selbst hinaus sehen würde, weil sich je beide decken. Das wirkliche Feuer müsste also noch in dem Panorama sichtbar seyn und also selbst die Stelle anzeigen, die es in der Wirklichkeit einnimmt. — All diess hat sich bei der Ausführung bestätiget, und es ist also nur diejenige Anordnung anzugeben, durch welche die Einrichtung möglichst vollkommen, bequem und zuverlässig wird.

Man übersieht mit der Camera-Lucida stets nur einen Theil des ganzen Umkreises, etwa $\frac{1}{6}$ oder leicht $\frac{1}{8}$ zugleich. Daher muss das Panorama in 6 oder besser 8 Bilder abgetheilt werden. Besser in 8 Bilder, damit die Grenzen zweier anstossender Bilder doppelt vorkommen, also jedes noch zum Theil in das andere hinein reicht. Jedes Bild soll also einen Winkel von 45° am Horizont umfassen und von den benachbarten noch etwa so viel aufnehmen, dass es 60° zeigt.

Die Anbringung und Austheilung dieser 8 Bilder hängt natürlich ganz von dem Locale ab, in welchem die Vorrichtung aufgestellt werden soll. Das Wesentliche dabei zu Beachtende ist: 1) dass die Bilder in völlig vor der Witterung geschütztem Raume angebracht seyen; 2) dass sie eine ganz feste und invariable Lage erhalten; 3) dass von ihrem Mittelpunkte aus das ihnen zukommende $\frac{1}{8}$ des Gesichtskreises und zugleich auch die näher liegenden Punkte zu übersehen seyen. Hiebei ist es kaum nöthig zu erwähnen, dass während der Beobachtung durchaus keine Glasscheibe (wenn es auch ein Spiegelglas wäre) zwischen Aug und Gegend seyn darf. Man muss also Sorge tragen, dass sich die Fenster für die Zeit der Beobachtung öffnen oder ausheben lassen. Von der Localität ist auch zum Theil der Maasstab oder die absolute Grösse abhängig, in welcher das Panorama entworfen werden kann. Wir haben gezeigt, dass die Zeichnung um so grösser wird, je grösser der Abstand der Zeichnungsfläche von dem Prisma ist. Da aber mit eben dem Apparat, mit welchem später beobachtet wird, das Panorama entworfen werden muss, so darf man den Abstand nicht grösser machen, als es bequem ist, das Auge von der zeichnenden Hand zu entfernen. Auch würde der Apparat sehr unbequem, weniger fest und die Beleuchtung schwierig, wenn man den Abstand zu gross wählte, und umgekehrt könnte man bei zu kleinem Abstande nicht mehr alle jene Details in der Ferne aufnehmen, welche die Natur zeigt und über die später der Apparat entscheiden soll.

Hier ist noch eines Umstandes zu erwähnen, der bei der freien Wahl der Localität zur Aufstellung des Apparates berücksichtigt zu werden verdient, nämlich die Höhe des Beobachtungspunktes. Je höher dieser über der zu bewachenden Gegend liegt, um desto mehr treten von einander entfernte Objecte auch in ihrer scheinbaren Höhe auseinander und um desto sicherer ist daher auch die Angabe des betreffenden Punktes in Beziehung auf Entfernung. Auch kömmt dann weit seltner das Decken der Objecte durch Wald u. dgl. vor. Daher unbedingt der höchste Standpunkt auch der vortheilhafteste ist.

Ich führe diese Betrachtungen an, damit sie bei vorkommenden Nachbildungen des Apparates für andere Verhältnisse als die hiesigen innerhalb der bezeichneten Grenzen Berücksichtigung finden. Man wird abweichen können von den von mir gewählten Dimensionen, aber nicht erheblich ohne in den einen oder andern Nachtheil zu verfallen. — Nach diesen Vorbemerkungen glaube ich übergehen zu können zur Beschreibung der hiesigen Einrichtung selbst. Ich werde der Reihe nach das Local, das Instrument, dessen Gebrauch zum Entwerfen des Panorama's, das Panorama selbst, die Bestimmung der Namen entfernter Ortschaften und endlich den Gebrauch des Apparates näher erörtern.

Das Local der Feuerwacht auf dem St. Petersthurme.

Wie der Grundriss Fig. 7. Tab. 1 zeigt, besteht das Local der Feuerwacht in einer Wohnstube A mit 4 Fenstern, dann 2 Kammern B und C zur Aufbewahrung der Feuerrequisiten. Die Fenster öffnen sich nach innen und sind von aussen mit Winterfenstern für die rauhe Jahreszeit versehen. Eine Gallerie umgibt äusserlich den Thurm, so dass man auch von aussen zu den Fenstern gelangen kann. — Der Schutz für das Panorama nöthigt, die Einrichtung nicht auf der Gallerie, sondern im Innern der Zimmer anzubringen. Dieselbe Rücksicht macht es räthlich, die Wohnstube der Wächter so viel als möglich mit der Aufstellung des Apparates zu verschonen; denn dieses Zimmer muss im Winter geheitzt werden, die Fenster müssen doppelt verwahrt seyn, können also nur schwierig geöffnet werden, und werden auch nicht gerne bei grosser Kälte, Sturm etc. geöffnet werden. Ich habe daher vorgezogen, den grössten Theil des Panoramas in die Kammern B und C zu verlegen und nur ein Fenster der Wohnstube A, was unumgänglich für die Rundsicht ist, noch für das Panorama zu bestimmen. — Allein die Fensterbrettchen, welche unter den Kreuzstöcken im Innern als Mauerdecke angebracht waren, boten natürlich nicht Festigkeit genug dar, um darauf Bilder zu entwerfen, welche Jahrelang eine ganz ungeänderte Lage behalten sollen. Sie wurden daher an den Fenstern 1, 2, 3, 4 ersetzt durch schöne zweizöllige Kehlheimer Steinplatten, welche noch unter den Kreuzstock und links und rechts 4 Zoll tief in die Mauer eingreifen, sie wurden mit der Wasserwaage sorgfältig horizontal gelegt, mit Blei unterkeilt und dann mit Gyps und Kalk möglichst fest eingemauert. Ihre Form ist so gewählt, dass zwei Panoramabilder je auf einem Steine neben einander angebracht werden konnten. Das Panorama ist also wegen der vier Fenster in acht Bilder oder Sectionen getheilt. Die mittlere Richtung jeder Section macht also mit der nächsten einen Winkel von 45°. Hätte man aber je zwei Bilder an einem Fenster fächerförmig aneinander gelegt, so würde die Mauer links und rechts noch einen Theil des nöthigen Gesichtskreises verdeckt haben. Es war daher nöthig, die Gesichtslinie der zwei Sectionen eines Fensters sich kreuzen zu lassen, wie aus Fig. 7 deutlich zu ersehen ist. Von der Kammer C übersieht man daher die Weltgegenden O., S.O., S., S.W., also die Section VII, VIII, I, II. Von der Kammer B aus W. und N.W., die Section III und IV. Vom Wohnzimmer A aus N. und N.O., die Section V, VI.

Um diese acht Sectionen zu übersehen, wird man aber natürlich nicht acht feststehende Apparate machen, sondern nur einen, der abwechselnd für alle Sectionen dient. Dabei ist aber die wesentliche Bedingung, dass durch das oftmalige Abnehmen seine Stellung durchaus ungeändert bleibt. Ich habe es dadurch erzielt, dass ich dem Apparate vier cylindrische Vorsprünge, gleichsam Fächer gab, welche genau passen in vier in die Steinplatte eingebohrte Löcher. Diese Löcher sind in Fig. 7 sichtbar gemacht durch vier Punkte, welche ausserhalb der Ecken jedes Sectionsbildes eingezeichnet sind. Beschreiben wir nun

das Instrument.

Nach dem schon früher Angeführten weiss man, dass das Instrument in einer Camera-Lucida besteht. Mancherlei Modificationen sind aber hier durch die Aufgaben bedingt. Vor Allem muss der Punkt b′ Fig. 1 senkrecht und in constantem Abstande über dem Augenpunkte jeder Sectionszeichnung liegen. Eine Drehung des Prisma's um eine durch b′ mit den Kanten parallel gelegte Axe ist hier nicht erforderlich, weil man auch ohne diese Drehung genug über und unter dem Horizont übersieht, durch ihre Weglassung aber dem Instrument mehr Festigkeit gibt. — Eine weitere Bedingung ist, dass die Glaslinse e. unter dem Prisma (in Fig. 2 und 5 im Durchschnitt, in Fig. 4 als punktirter, Kreis um den Punkt b′ sichtbar) die von einem Punkt der Zeichnungsfläche kommenden Lichtstrahlen parallel in's Auge führe. Nur durch diese Bedingung wird die Parallaxe oder die Beweglichkeit von Bild und Natur beim Hin- und Hergehen des Auges aufgehoben.

Diese Glaslinse muss möglichst nahe an dem Prisma liegen, weil sonst die entferntesten Ränder der Zeichnungsebene eine grössere Abweichung erleiden. Besser würde es seyn, hier ein achromatisches Objectiv statt einer einfachen planconvexen Linse anzubringen; doch ist es nicht unumgänglich nöthig. — Wenn man keine Linse oder kein Objectiv erhalten kann, welches vornherein genau die Brennweite hat, die der Abstand des Prisma's vom Bilde verlangt, so muss man die Höhe des Apparates versuchsweise ändern, bis ohne Deckel zur Einsicht für das Auge beim Hin- und Hergehen durchaus keine Verstellung zwischen der Spitze des Zeichnungsstiftes und der Natur statt findet. Diese Correction ist die allerwesentlichste des Apparates; man wird daher wohl thun, allen Fleiss auf ihre Anbringung zu verwenden.

Sehr wesentlich ist auch der Deckel zur Einsicht für das Auge, Fig. 2. f. zeigt ihn von vorne als runde Scheibe, die durch einen Hebel h um g gedreht wird, also die in der Mitte der Scheibe angebrachte Oeffnung, welche nach oben spitz zuläuft, hinauf oder herunter führt. Je höher diese Oeffnung über die oberste Kante des Prismas (die in Fig. 2 die Oeffnung als Horizontallinie halbirt) zu stehen kömmt, um desto mehr Licht empfängt das Auge von der Gegend her über dem Prisma weg und zugleich um desto weniger Licht von der Zeichnung. Eine Verstellung im entgegengesetzten Sinne bringt natürlich die umgekehrte Wirkung hervor. Da aber mit der Lichtmenge die Helligkeit sich ändert, in welcher man die Gegenstände sieht, so ist klar, dass von der Verstellung der Einsicht oder von der Bewegung des Griffes h es allein abhängt, ob die Gegend oder der Zeichnungsstift sichtbarer werden soll. Die Verstellbarkeit von h muss so regulirt seyn, dass, wenn der Griff h ganz herunter gedrückt ist, die Oeffnung zur Einsicht ganz über dem Prisma steht, also vom Prisma kein Licht ins Auge kommen lässt; man sieht dann nur die Gegend. Ist h aber so weit als möglich hinaufgeschoben, so steht die Einsicht ganz vor dem Prisma. Das Auge empfängt jetzt kein Licht von der Gegend her und sieht nur die Zeichnungsfläche. Alle Zwischenlagen zwischen diesen Grenzen lassen Gegend und Zeichnungsfläche zugleich sehen, aber im Verhältniss der zugelassenen Lichtmenge die eine oder die andere heller. — Ferner ist es erforderlich, die von prismatischen Farben begrenzten Bilder und die Reflexe auf den Glasflächen, welche das Camera-Lucida-Prisma erzeugt, auszuschliessen. Sonst würde man nicht nur Gegend und Zeichnungsfläche, sondern noch eine Menge anderer diffuser Bilder gewahr werden. Diess erzielt man durch ein dünnes geschwärztes Metallplättchen, welches auf der Aussenseite der ersten spiegelnden Flächen des Prismas b′ Fig. 1 angebracht ist. Fig. 5 zeigt diese Blendung i. Zur Abhaltung weiterer Reflexbilder ist aber noch der geschwärzte Schirm k. Fig. 2, 3, 4 erforderlich, dessen Form aus der Zeichnung hinreichend deutlich zu erkennen ist. Das Prisma ist nur auf der Platte m durch Lagerstücke bl Fig. 2, 3, 4 gehalten und festgeschraubt. Die Platte m aber ist so durchbrochen, dass sie die ganze Uebersicht des Bildes aber nicht mehr gestattet. Auch diese Ränder müssen geschwärzt seyn. Eine fernere Bedingung ist, dass der Schuber f so nahe als möglich an dem Glasprisma liege. Er hat daher nur gerade so viel Abstand, als erforderlich ist um nicht ans Glas zu streifen. Nun soll auch das Auge so nah als möglich an die Einsicht gehalten werden. Aber des Nachts, wenn Licht im Zimmer ist, fällt noch

Licht von den Seiten her in's Auge und stört die Deutlichkeit der Bilder. Daher muss zur Abhaltung seitlich einfallenden Lichtes um den Deckel f herum ein Kranz von schwarzem Seidensammt angebracht seyn. Fig. 6 zeigt diesen Schirm von vorne und von der Seite. Der Sammtstreif ist mittels eines messingenen Ringes, der zusammengeschraubt wird, über den Rand des Deckels festgeklemmt. Die Haare des Sammts sind natürlich nach innen gewendet. Dieser Sammtring hat einige Federkraft, so dass er sich um das Auge herum genau anlegt und alles fremde seitlich kommende Licht vollkommen abhält. Er ist sehr wesentlich beim Gebrauche des Apparates. — Auf dem Deckel f ist endlich noch ein Brillenglas um n drehbar angebracht, damit auch Kurzsichtige sich des Apparates bedienen können, wenn sie das Brillenglas vor die Einsicht bringen. Die Verkleinerung trifft dann Gegend und Zeichnung zugleich und ändert daher nichts an den relativen Lagen. — Soweit also das Prisma mit seinen Blendungen. Dieses hat aber ein festes Gestelle nöthig, um immer wieder dieselbe Lage gegen Zeichnung und Natur zu erhalten. Dieses Gestelle ist ein unregelmässig pyramidal zusammengesetzter Kasten von starkem Eisenblech, wie aus Fig. 2, 3, 4 deutlich zu ersehen.

Man wird bemerken, dass Fig. 2 die Seite rechts von der Einsicht mehr Raum hat als links davon. Diess ist wegen des Zeichnens erforderlich, weil die rechte Hand, welche zeichnet, sonst nicht mehr die Grenzen rechts am Bilde verfolgen könnte. Der Kasten ist von der Seite des Beobachters her ganz offen. Das bogenförmig ausgeschnittene Verbindungsstück auf der entgegengesetzten Seite giebt Festigkeit genug, so dass durchaus keine Verbiegung zu befürchten ist. Unten an dem Kasten sind 4 cylindrische Füsse n. n. Fig. 2. 3. angeschraubt, die genau in die 4 Löcher der Steinplatte für jede Section passen. Bei o ist ein gabelförmiger Bogen angeschraubt, in welchem der Hebel h Leitung und Führung hat. Auf der entgegengesetzten Seite ist der Kasten viereckig durchbrochen pppp. Fig. 3. Durch diese Oeffnung, welche von der Laterne q gedeckt wird, fällt das Licht auf die Zeichnung, um sie Nachts sichtbar zu machen. Die Reverbere in der Laterne bewirkt, dass alle Theile des Bildes nahe gleich hell beleuchtet sind. Die Construction der Laterne selbst ist aus der Zeichnung vollkommen deutlich. Die Oeffnungen in der Laterne zum Luftzuge sind durch Pfeile bezeichnet, die auch die Richtung angeben. Stearin-Lichter mit dickem Brenner haben sich als die bequemsten bewährt. Selbst heftiger Sturm bewegt die Flamme nicht und die Beleuchtung bleibt gleichförmig.

Wir haben nun Alles angeführt, was zum Verständniss und zur richtigen Nachbildung des Apparates dienlich schien. Wir können nun zum

Gebrauch des Instrumentes

(A. die Verfertigung des Panoramas)

übergehen. Die erste Anwendung des Instrumentes bildet die Verfertigung des Panoramas. Ich setze voraus, die Steinplatten seyen geschliffen, die Bilder ausgetheilt, die Löcher zur Aufnahme des Pyroscops gebohrt, Rinnen zum Ablauf von Wasser, was bei heftigem Anschlagen des Regens zwischen den Fenstern eindringen kann, so eingegraben, dass die Bilder geschützt bleiben, die Flächen der Steine endlich durch Oehl gehörig präparirt oder mit Grund übergangen, um darauf malen zu können, so kann man mit der Zeichnung der Gegend beginnen. Dabei ist die Sorgfalt für die Fernen zu verdoppeln, weil geringe Abweichungen schon erhebliche Fehler in den Entfernungen geben würden. Jeder, der es versucht, auf solche Weise mit der Camera-Lucida zu zeichnen, wird bald inne werden, dass dabei die Handhabung der Einsicht an dem Griffe h das Wesenstlichste ist. Denn jeder Uebergang von einem Object zum andern ändert das Verhältniss seiner Helligkeit zu der des Zeichnungsstiftes. Man muss daher stets bereit seyn, diese nach Bedarf zu modifiziren. Darum ist es gut, die linke Hand immer zur Steuerung der Einsicht an dem Griffe h zu lassen, während die rechte mit scharfer Spitze des Zeichnungsstiftes den sichtbaren Hauptgrenzen im Bilde sorgfältig nachfährt. Nur durch Uebung wird man darin zur Fertigkeit gelangen. Ein Hauptaugenmerk bleibt, wie bei jeder Zeichnung nach der Natur, die Auswahl derjenigen Umrisse, die zur deutlichen Darstellung des Bildes dienlich sind. Auch auf die Beleuchtung, in welcher sich eine Gegend am deutlichsten ausnimmt, kommt sehr viel an. Die Zeichnung muss dann in dieser Zeit entworfen werden. Darum ist es gut, mehrere Bilder zugleich zu beginnen, um mit der wechselnden Stunde und Beleuchtung stets den geeigneten Theil des Panoramas zu bearbeiten. — Aber ich kann hier keine vollständige Anweisung für den Zeichner geben. Diese Andeutungen müssen, mit Versuchen verbunden, genügen — und es darf nicht befremden, wenn die ersten Bilder weniger genau ausfallen als spätere. Daher vorzüglich Zeichner, die in obiger Methode schon Uebung haben, zur Anfertigung des Panoramas zu empfehlen sind.

Mit der Nachbildung der sichtbaren Contouren ist aber noch keineswegs das Panorama vollendet; denn man verlangt auch die Namen der eingetragenen Ortschaften zu wissen. Ja manche Ortschaft kann, durch Wald oder näher liegende Objecte verdeckt, gar nicht sichtbar seyn und soll doch, weil sie der Entfernung nach in den Rayon der Löschanstalt gehört, gleichen Schutzes theilhaftig seyn. Um diess zu erreichen, ist es nöthig, die Richtung des verdeckten Objectes und seine Länge im Horizont gemessen zu kennen. Bei vorkommendem Brande wird man dann zwar nicht direct die Flamme sehen können, wohl aber die Helligkeit unterscheiden, die sich scharf abschneidet gegen das verdeckende Object, was zur Ermittlung der Brandstelle, wie hier viele Versuche ganz nachgewiesen haben, ausreichend ist. Es wird also erforderlich, ausser den Namen aller im Rayon liegenden Ortschaften auch noch ihre Länge im Horizont gemessen und ihre Distanzen in das Panorama aufzunehmen. Um aber dadurch das Bild der Gegend nicht zu stören und Undeutlichkeit herbeizuführen, schien es mir geeignet, den Raum über der Gegend, auf dem Bilde die Luft, hiezu zu verwenden. Die Distanzen anschaulich darzustellen, werden parallel mit dem Horizont Linien von ½ zu ½ Zoll Abstand gezogen. Diese sind vom Horizont ausgehend mit 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichnet. Die Entfernungen von der untersten Linie aus in diese 6 Zonen bedeuten die Abstände der unten im Bilde eingetragenen Objecte in gerader Linie vom Petersthurme aus gemessen in geographischen Wegstunden. Von dem Thurme jeder Ortschaft geht dann eine senkrechte feine Linie so weit in die Zonen hinauf, als ihr directer Abstand aus Specialkarten entnommen beträgt. Dort ist ein starker Horizontalstrich gezogen, der so lang ist, als die Ortschaft unten im Bilde erscheint, und über den Horizontalstrich ist endlich der Name des Ortes geschrieben.

Nehmen wir aus der beigefügten Copie des Panoramas von München einige Beispiele auf, um das Gesagte noch deutlicher zu machen:

In Section 8 findet man nahe zu in der Mitte des Bildes zwischen den Horizontallinien 1, 2, ganz nahe bei 1, den Namen Ramersdorf. Die Verticallinie herunter verfolgend bis ins Bild, trifft auf die Zeichnung des Kirchthurmes von Ramersdorf. Die Ortschaft selbst dehnt sich von diesem so viel links und rechts aus, als oben der Horizontalstrich in der Zone angibt und ihre Entfernung ist also 1½ Stunde. In derselben Section findet man weiter rechts auf der

Linie 2 ebenso den Namen Unterbiberg, aber links von der Verticallinie für den Kirchthurm von Biberg eine andere Verticallinie, die aus dem Abstande $3\frac{1}{4}$ Stunden von dem Namen Kirchstockach kömmt, und auf einer Waldgrenze hinter Biberg endiget. Das Dorf Kirchstockach ist also auf dem Panorama nicht sichtbar, sondern von dem Walde hinter Biberg verdeckt. Seine Ausdehnung gibt wie in den frühern Beispielen die Länge des Horizontalstriches in der Zone 3, 4. Würde daher Nachts ein Feuer in Kirchstockach entstehen, so wäre zwar die Flamme nicht zu erkennen, wohl aber die Abscheidung der Helle gegen den Wald hinter Biberg, und wenn dieser Schein nicht weiter links oder rechts von der Verticale Kirchstockach erscheinen sollte, als der Zonenhorizontalstrich anzeigt, so müsste es im Orte selbst brennen — ausserdem aber nur im Walde oder auf dem Felde. In gleicher Weise ist es zu empfehlen, die Richtungen grösserer Ortschaften, wenn sie auch nicht sichtbar sind und der Entfernung nach weit ausser dem Rayon liegen, noch in das Panorama aufzunehmen, um in vorkommenden Fällen aus dem Lichtscheine den Ort, wo es brennt, zu kennen.

Die obige Anordnung macht es auch möglich, wenn die Gegend durch einen Fluss getheilt ist, zu entscheiden, ob das Feuer diess- oder jenseits liegt. Diess ist oft wegen des Weges, welchen die Spritzen einzuschlagen haben, von der grössten Wichtigkeit. Aus Specialkarten wird hiezu der Lauf des Flusses oben in das Netz so eingetragen, wie er die Ortschaften trennt. Ein Beispiel bietet auf Sect. 2. die grosse Krümmung der Isar bei Hesellohe. Aus dem Anblick der Gegend ist es rein unmöglich zu entscheiden, was diess- und jenseits liege, aber der eingezeichnete Fluss in die Namen gibt dieses leicht. Denn man hat nur von dem Feuer aus die nächste Verticale von *gleicher Höhe* des Beginnens im Bilde bis zum Namen zu verfolgen, um über betreffende Flussufer zu entscheiden.

Da aber nur durch Benützung von Karten die Namen der Ortschaften mit Sicherheit ermittelt und verdeckte Ortschaften eingetragen werden können, so erscheint es zweckmässig, hiefür noch einige Anweisungen zu geben.

Die Ermittelung der Ortsnamen durch Karten.

Zu diesem Zwecke können nur sehr spezielle, auf trigonometrische Messungen gegründete Karten dienen. Für das Panorama von München wurden die Blätter des topographischen Atlas des General-Quartiermeister-Stabes für Bayern benützt. Ein Diopter und Messtisch sind dabei unerlässlich. Sehr vortheilhaft ist es, wenn das Diopter ein Fernrohr hat, was terrestrisch zeigt und mit Verticalfäden im Gesichtsfelde versehen ist. — Der Messtisch wird erst nivellirt, dann die betreffende Karte aufgelegt. Man richtet jetzt das Linial des Diopters so, dass es den Thurm, auf welchem das Panorama ausgeführt wird und eine dem Namen nach schon bekannte, wo möglich ziemlich weit entfernte Ortschaft (resp. deren Thurm) beide auf der Karte zugleich tangirt. Nun wird das Blatt des Messtisches mit Fernrohr und Karte um die Verticalaxe gedreht, bis das Fernrohr (was natürlich vertical bewegt werden muss) diesen Ort in der Wirklickkeit zeigt. Durch Obiges ist die Karte orientirt, und man kann jetzt entweder aus der sichtbaren Ortschaft den Namen auf der Karte oder die Richtung und Grenzen entfernter Ortschaften bestimmen, indem man stets den Ort des Panoramas und den einzutragenden Punkt auf der Karte durch die Linealgrenze des Diopters legt. Dabei hat man nur das Fernrohr des Diopters herunter zu bewegen, bis es auf näherliegende, im Panorama schon eingetragene Punkte trifft. Diese merkend, kehrt man zum Panoramaapparat zurück, und zieht nun auf der Zeichnung in der von der Karte ebenfalls entnommenen Entfernung den betreffenden Strich. So können alle auf der Karte befindlichen Punkte eingetragen und ihre Namen bestimmt werden. Nach dem hier angegebenen Verfahren ist das Panorama auf dem Petersthurme dahier durch den Landschaftsmaler Herrn Seeberger entworfen worden. Die Umrisse sind dann mit der Feder in Oelfarbe auf die Steine so ausgezogen, wie die beigefügte Copie dieses Panoramas es zeigt. Erst dann wurden die 8 Bilder in Oelfarben möglichst sorgfältig auf die Contourzeichnung gemalt, die Ferne aufs genaueste durchsucht mit Fernröhren und die Namenrichtungen und Ausdehnungen der Ortschaften mit Hülfe der topographischen Blätter bestimmt und eingetragen. In Bezug auf Sorgfalt in der Ausführung, auf Vollständigkeit und Richtigkeit, endlich auf malerische Schönheit in Darstellung und Haltung verdient der Künstler Herr Seeberger das ihm hier öffentlich ausgesprochene Lob, und gewiss hat diese meisterhafte Ausführung den wesentlichsten Antheil an dem ausgezeichneten Erfolge, welchen die hiesige Vorrichtung bei vielen Gelegenheiten beurkundet hat.

B. Die Benützung des Apparates zur Ermittlung von Brandstätten.

Die Handhabung des Apparates kann nach dem, was über das Instrument und über seine Anwendung zur Bildung des Panoramas gesagt wurde, keiner Schwierigkeit mehr unterliegen. — Soll jedoch in schwierigen Fällen der Apparat sicher entscheiden, so muss der Beobachter mit demselben schon vertraut seyn. Es ist daher sehr zu empfehlen, die Feuerwächter bei Tag mit ihrem Panorama ganz vertraut zu machen, so zwar, dass sie gleich jeden ihnen auf dem Bilde bezeichneten Punkt in der Natur erkennen, jede Ortschaft und Richtung zu nennen vermögen. Bei dieser Gelegenheit lernen sie auch am besten die Handhabung der Einsicht, indem sie von der Betrachtung der Gegend durch Hinaufschieben des Griffes zur Betrachtung ihrer Abbildung — des Panoramas — übergehen. Zur Einübung ist ein spitz zugeschnittener Zeiger von Papier sehr dienlich. Dieser wird unten auf das Bild gelegt. Der Einzuübende sieht durch den Apparat. Man bezeichnet ihm nun Punkte in der Natur — einzelne ferne Bäume, ferne hell beleuchtete Dächer etc., auf welche er die Spitze des Papieres im Panorama führen soll. Dabei muss er die Einsicht so stellen, dass er Licht von der Gegend und vom Zeiger bekömmt, und hat er erst Uebung hierin bei vollem Tagslicht, dann wird ihm dieselbe Aufgabe bei Nacht gegeben. Hier bilden die Laternen der Strassen, die Lichter an Fenstern entfernter Gebäude die einzustellenden Punkte und man verlangt die Bezeichnung der Strasse, des Hauses, ja des einzelnen Fensters, an welchem das Licht sichtbar ist, durch Hinführen der Papierspitze. Im Allgemeinen ist Nachts die Handhabung des Apparates noch weit leichter als bei Tag. Denn alles, was man von der Gegend sieht, sind einzelne Lichtpunkte. Diese bleiben auch noch auf dem durch das Licht der Laterne am Apparat erleuchteten Panorama sichtbar. Daher hiezu gar nicht viel Verstellen der Einsicht erfodert wird.

Ich will nun beispielsweise alles anführen, was der Feuerwächter zu thun hat, um des Nachts ein ihm bezeichnetes Licht oder Feuer in der Ferne aufzufinden. Gesetzt, es erscheine gegen Süd-Ost ein Licht, welches höher über den Horizont hervortritt, als die übrigen Lichter der Stadt. Ich bezeichne dem Wächter dieses und verlange, dass er mir mittelst des Apparates angebe, wo dieses Licht oder Feuer brennt.

Er zündet daher zuerst das Licht der Laterne des Pyroskopes an, setzt diese an den Apparat und sieht nun mit freien Augen, dass die Richtung S.O. auf das achte Sectionsbild fällt.

Auf dieses Bild stellt er also den Apparat mit den Füssen genau in die eingebohrten Löcher, nachdem er das betreffende Fenster geöffnet oder ausgehoben hat. Er setzt sich nun auf einen Stuhl, der die rechte Höhe zur bequemen Einsicht durch das Instrument haben muss, vor den Apparat, und visirt, während er mit der linken Hand den Riegel h ganz herunter schiebt, über den Apparat hinweg nach dem bezeichneten Lichtpunkte. Immer diesen Lichtpunkt betrachtend, neigt er jetzt den Kopf vor die Blendung, so dass er durch deren Oeffnung hindurch noch ebenso das bezeichnete Licht sieht. Jetzt hebt er immer, diesen Lichtpunkt fixirend, den Riegel h mehr und mehr in die Höhe. Dabei erscheint ihm die Gegend (resp. das Panorama) immer heller und heller beleuchtet. Hat er den Punkt erreicht, wo er die Gegend und darin den Lichtpunkt ganz deutlich sieht, so wird der Riegel h nicht weiter verstellt und er kann nun angeben, auf welchem Punkte der Gegend dieses Licht liegt. Gesetzt, es erscheine über der Waldgrenze hinter Ramersdorf etwas rechts, gerade da, wo die Verticallinie auf 6 Stunden Abstand auf den Namen Egmating führt, so weiss er, es ist kein blosses Licht, sondern ein Feuer in Egmating. Gesetzt aber, der Lichtpunkt treffe etwas tiefer, gerade auf die Waldgrenze hinter Perlach, so sieht er, diess trifft auf das Feld und in keine Ortschaft. Er weiss also, es ist kein Brand, sondern nur ein auf freiem Felde angezündetes Feuer. Bei dieser Operation ist die Hauptsache, dass er die Höhe, in der das Feuer erscheint, recht genau bemerke. Will er diese mit der Spitze des Papierstreifens bezeichnen, so hat er letzteren nur während des Hineinsehens in den Apparat zu bewegen, bis Lichtpunkt und Papierspitze genau zusammentreffen. Dann kann er mit dem Auge die Einsicht verlassen und sich die Lage des Papierstreifens auf dem Panorama, so genau er will, ganz in der Nähe betrachten. So oft also das Feuer als heller sichtbarer Lichtpunkt erscheint, hat die Ermittelung durchaus keine Schwierigkeit. Aber schwerer ist die Stelle zu bezeichnen, wo von einem verdeckten Feuer bloss der helle Schein sichtbar ist. Dieser schwache Lichtschimmer kann nämlich auf der erleuchteten Gegend nicht mehr deutlich unterschieden werden. Er muss daher mit dem Riegel h schnell hintereinander hinauf und herab fahren, um so den Punkt kennen zu lernen, indem er abwechselnd auf die Helle und gleich darauf die beleuchtete Gegend besieht. Doch gehört auch hiezu nur einige Uebung, und an dem hiesigen Apparate konnten verdeckte Probefeuer zur Prüfung des Apparates ebenfalls sicher bestimmt werden, obschon diess eigentlich mehr ist, als der Apparat direct leisten soll.

Diese Mittheilungen werden ausreichen, den Apparat herzustellen und seine richtige Benützung zu erlernen. Ich schliesse daher die Beschreibung mit dem Wunsche, dass dieses Pyroskop vielfältig ausgeführt und dadurch sicherer als bisher den Bedrängten Hülfe werden möge.

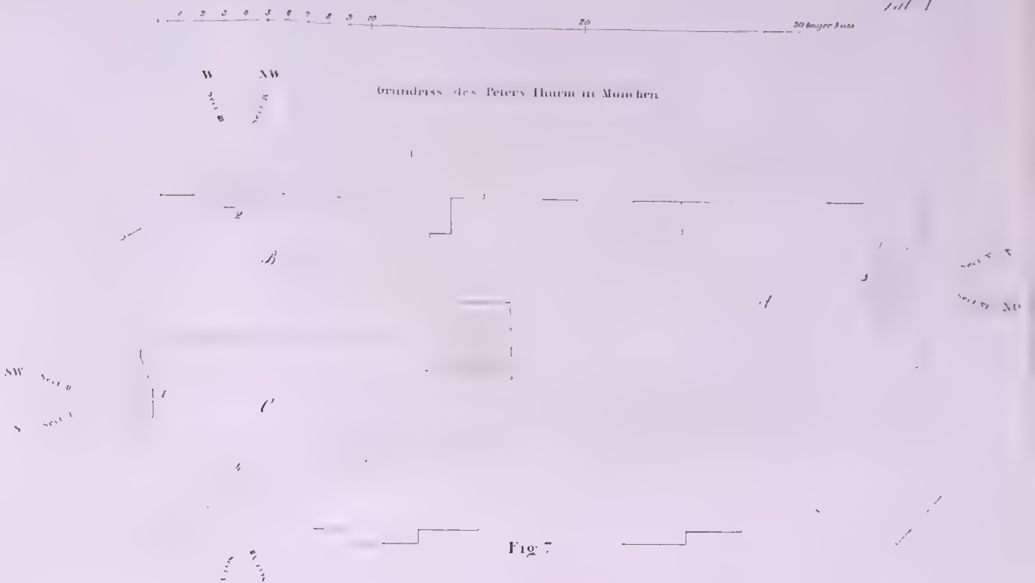

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
20
30 bayer. Fuss
W
NW
SW
S
SO
O
NO
A
B
C
Grundriss des Peters Thurm in München

Fig 7

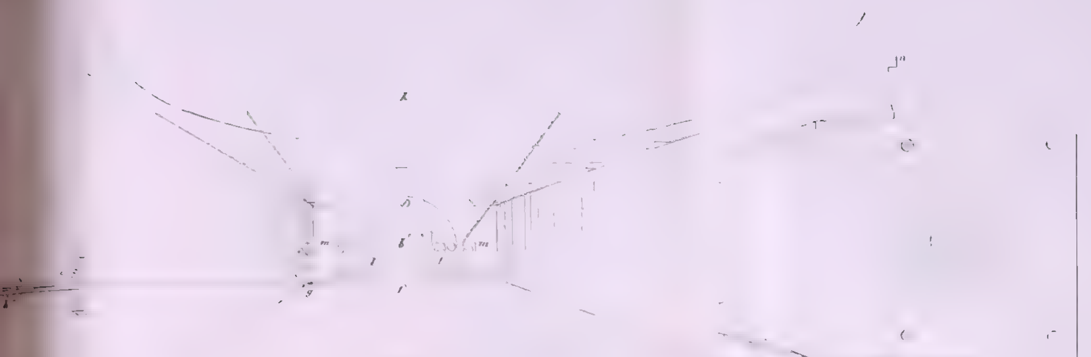


Fig 4

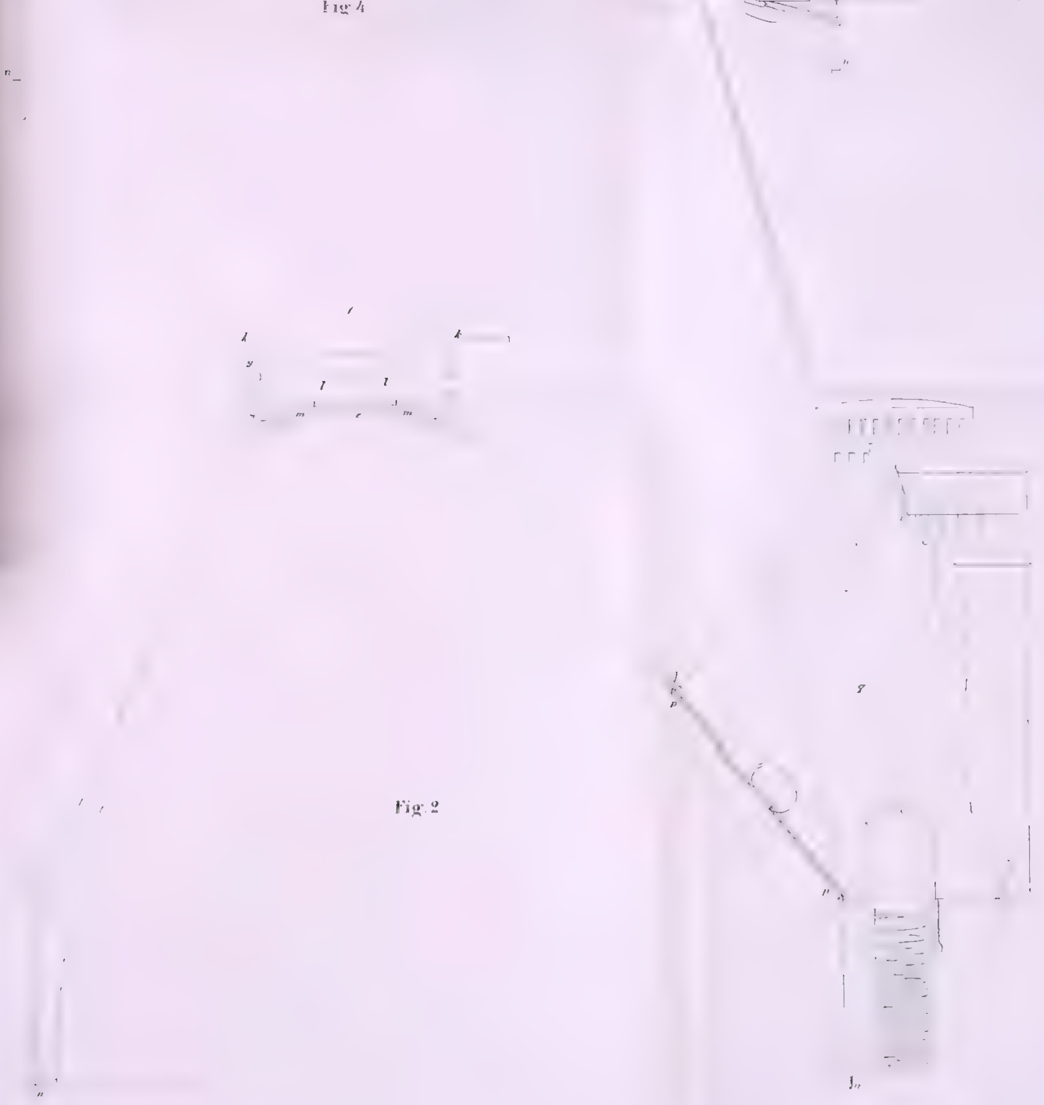


Fig 2

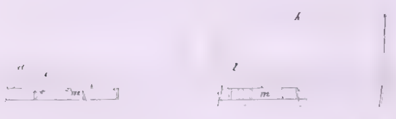


Fig 5

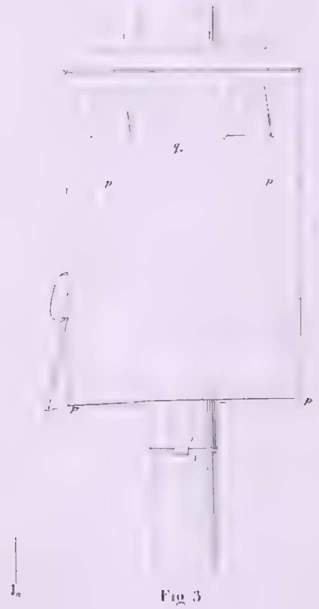


Fig 3

Fig 6

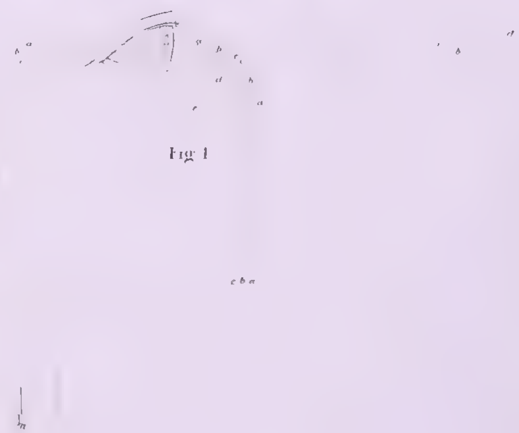
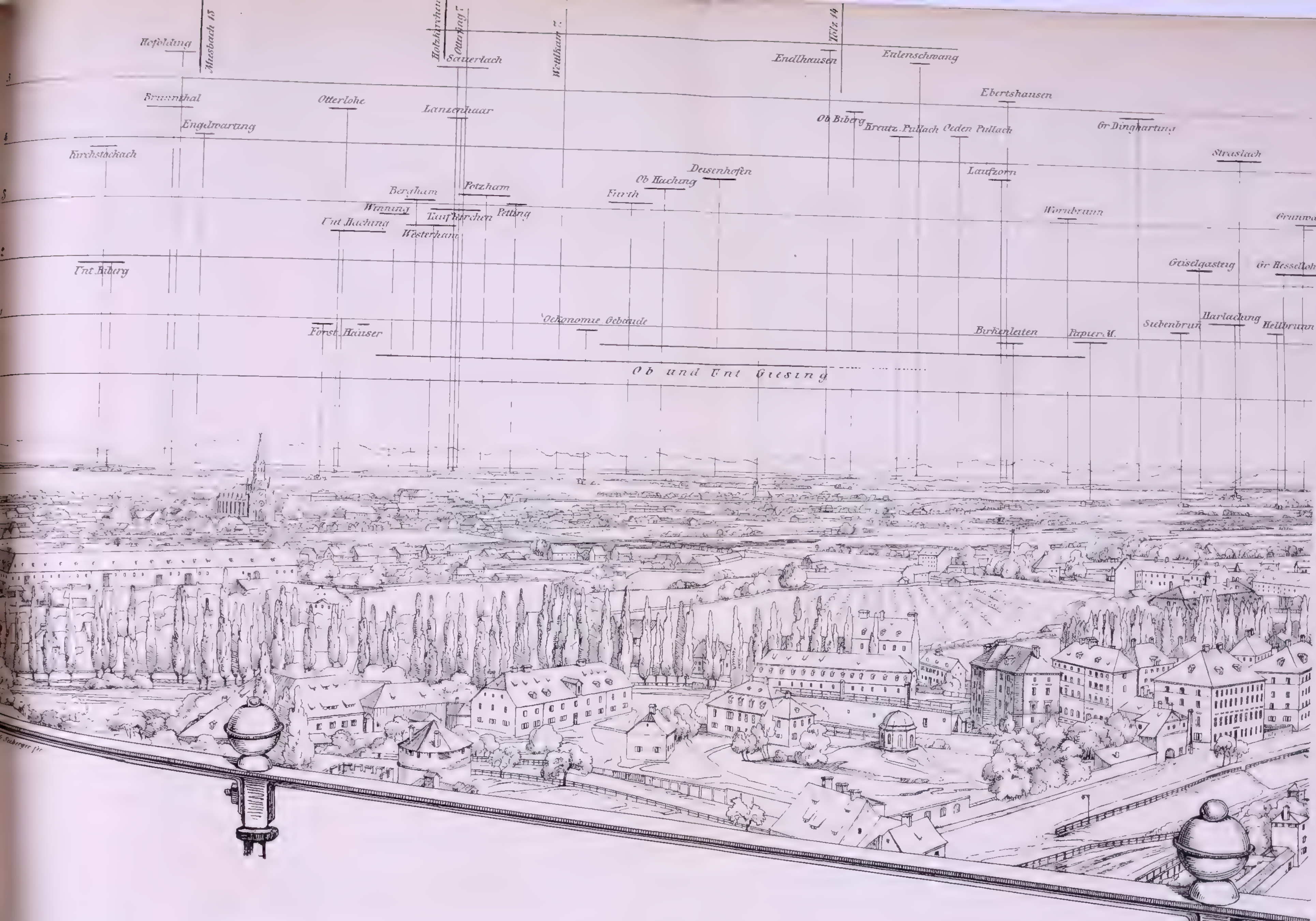


Fig 1

Fig 2.3.4.5.6.—½ der wahren Größe

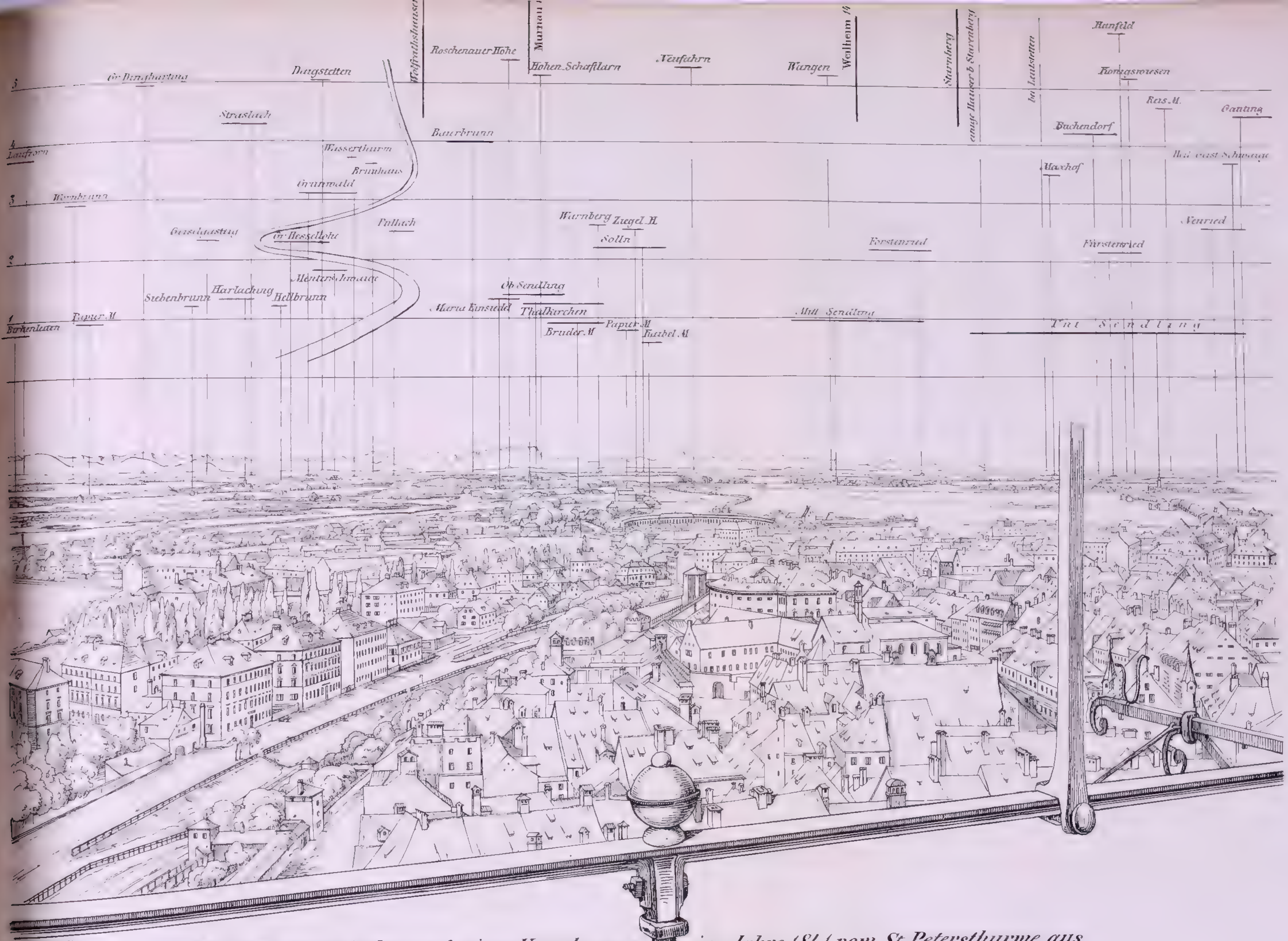
BRITISH NATURAL HISTORY


Hofolding
Miesbach 13
Holzkirchen
Otterfing 7
Sauerlach
Wettkam 7
Endlhausen
Tölz 14
Eulenschwang
3
Brunnthal
Otterlohe
Lanzenhaar
Ebertshausen
Engelwarting
Ob Biberg
Kreutz Pullach
Oeden Pullach
Gr Dingharting
4
Kirchstockach
Straslach
Deisenhofen
Laufzorn
Ob Haching
Furth
Bergham
Potzham
5
Winning
Petting
Taufkirchen
Unt Haching
Westerham
Warnbrunn
Grünwald
2
Unt Biberg
Geiselgasteig
Gr Hesselohe
1
Oekonomie Gebäude
Harlaching
Forst Häuser
Siebenbrun
Hellbrunn
Birkenleiten
Papier M.
Ob und Unt Giesing
Seeberger fec.

Panorama von München und seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. I.

5
4
Laufzorn
3
Bi
2
1
Birkenleiten
eberger f.

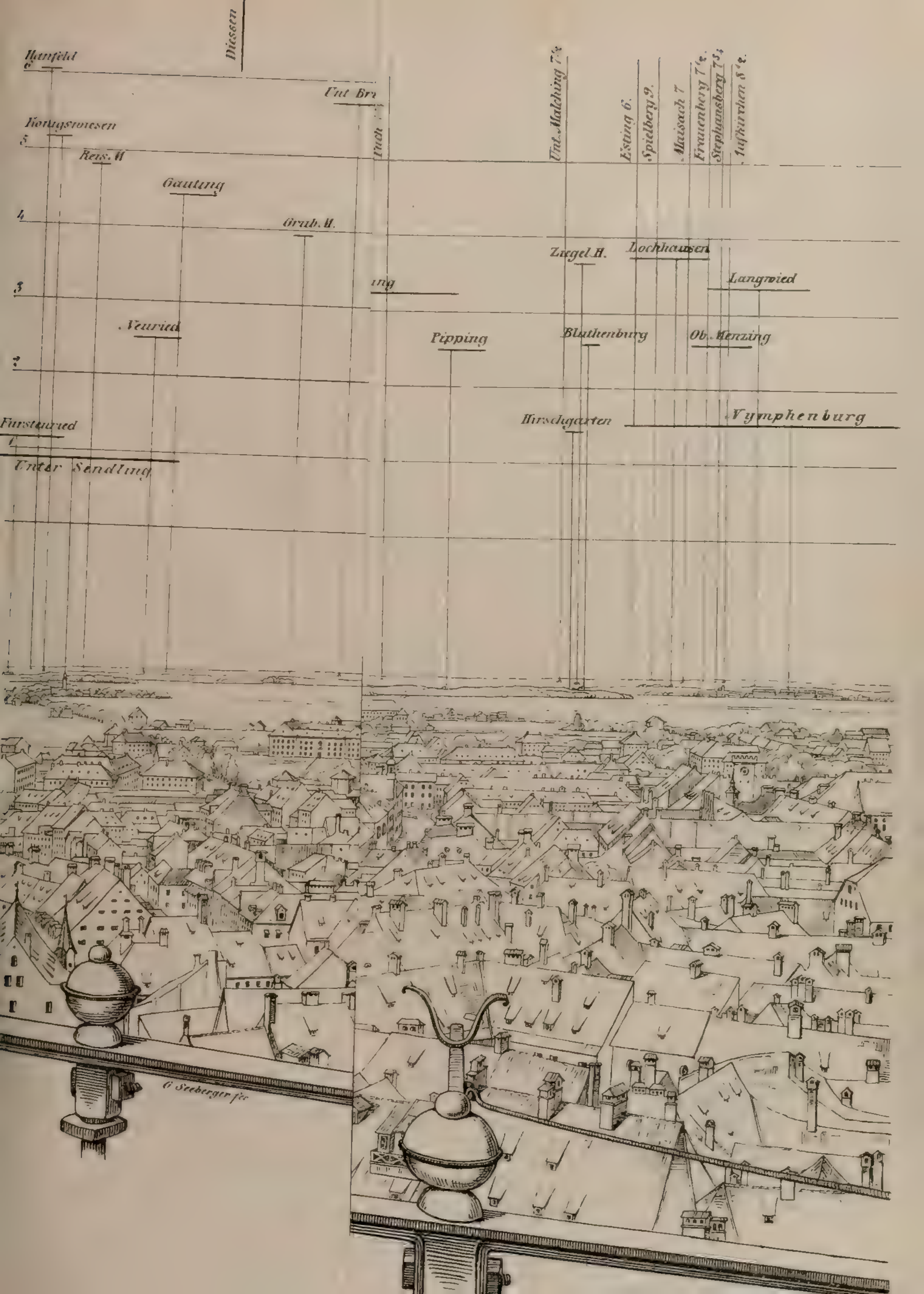
NATURAL HISTORY

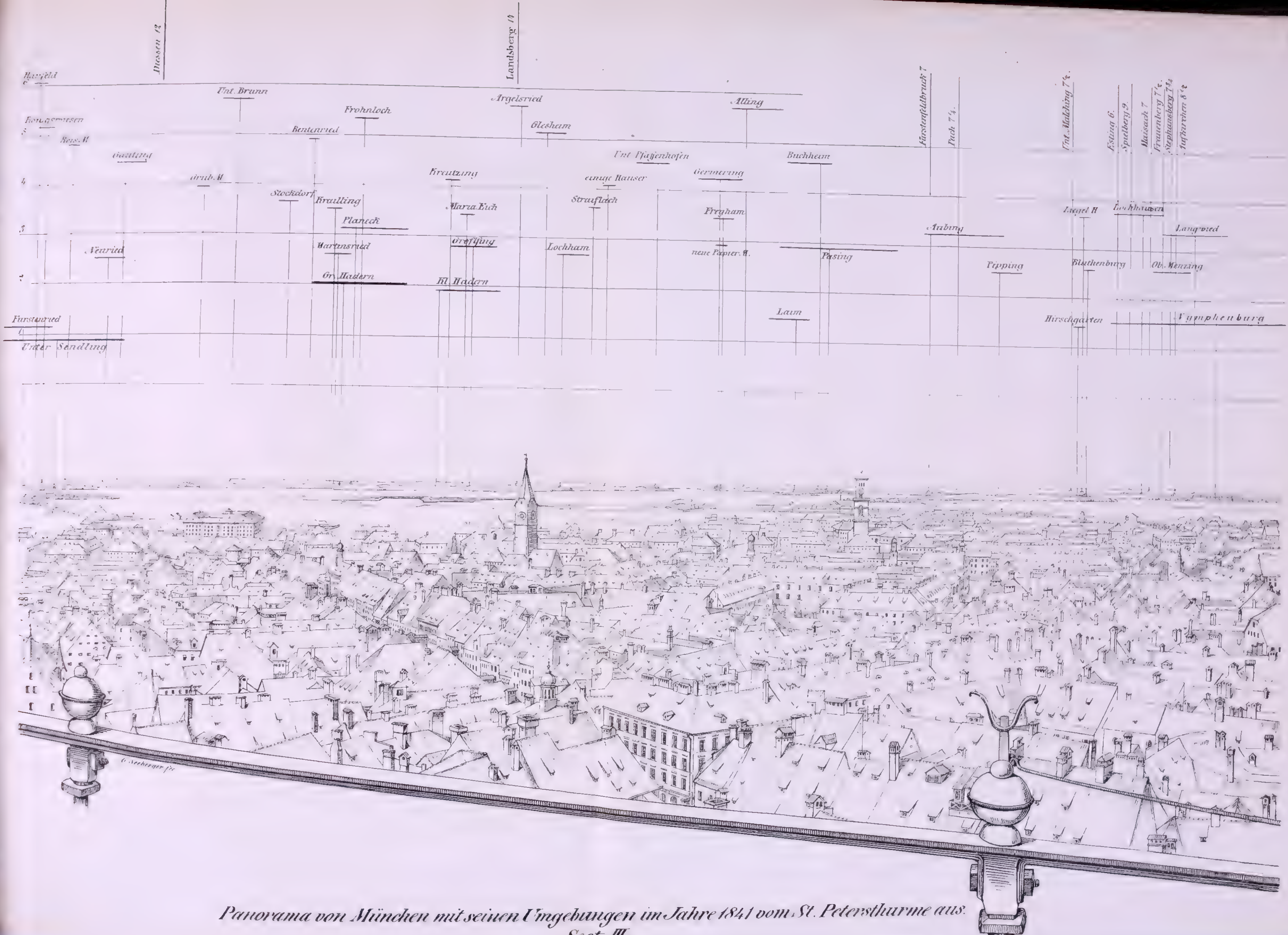

5
Gr. Dingharting
Daigstetten
Wolfratshausen
Roschenauer Höhe
Murnau
Hohen Schaftlarn
Neufahrn
Wangen
Weilheim
Starnberg
einige Häuser b. Starnberg
bei Leutstetten
Hanfeld
Königswiesen
Strasslach
Reis. M.
Gauting
Buchendorf
4
Laufzorn
Baierbrunn
Wasserthurm
Brunnhaus
Hof ausst Schwaige
Maxhof
Grünwald
3
Wörnbrunn
Warnberg
Ziegel H.
Neuried
Geiselgasteig
Gr. Hesselohe
Pullach
Solln
Forstenried
Fürstenried
2
Menters Schwaige
Ob. Sendling
Siebenbrunn
Harlaching
Hellbrunn
Maria Einsiedel
Thalkirchen
Mitt. Sendling
1
Birkenleiten
Papier M.
Papier M.
Bruder M.
Faistl M.
Unt. Sendling

G. Seeberger fec.

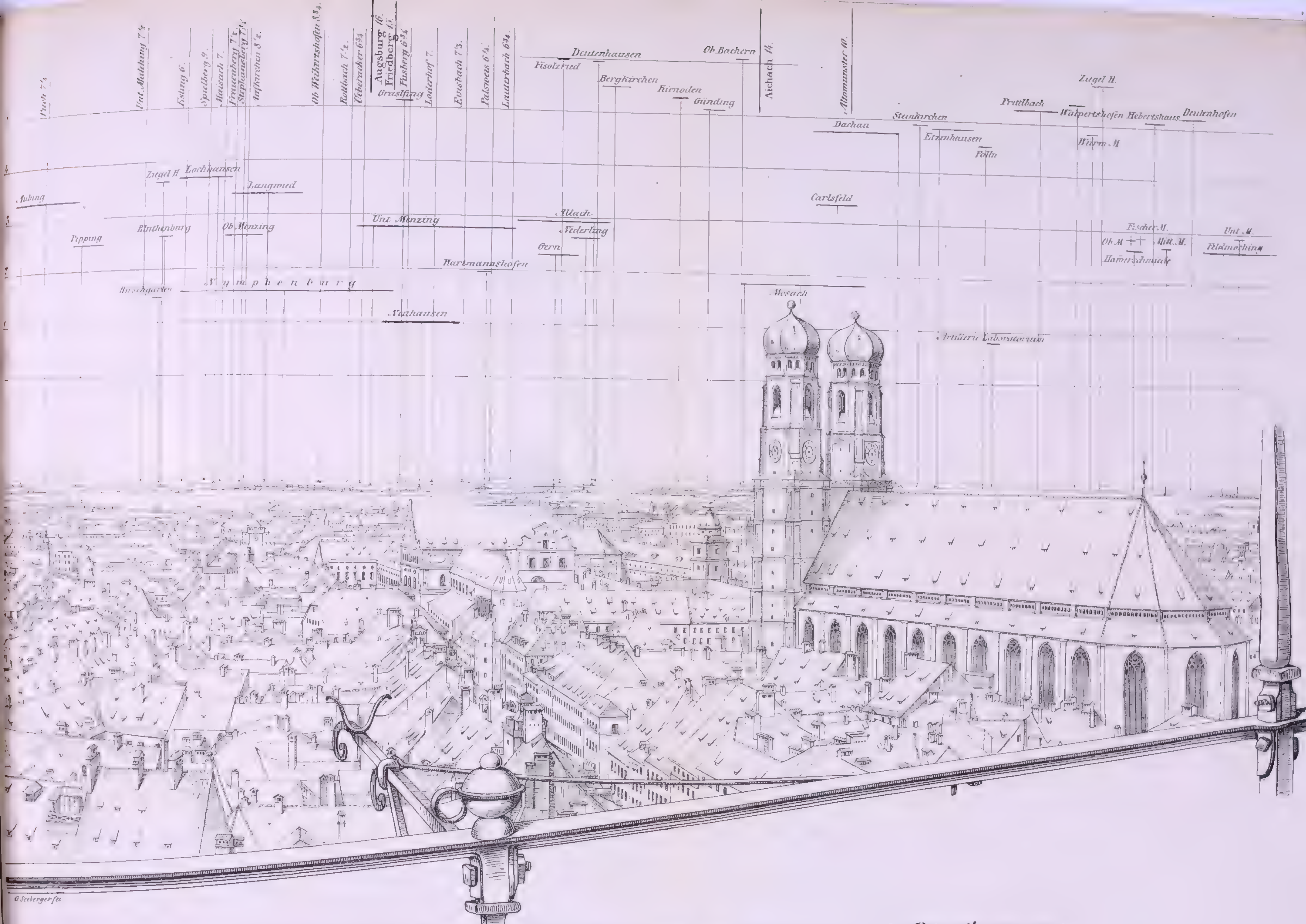
Panorama von München und seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.

Sect. II.


Hanfeld
6
Diessen
Unt. Br
Königswiesen
5
Reis. H
Buch
Gauting
4
Grub. H.
3
ing
Neuried
2
Pipping
Fürstenried
1
Unter Sendling
Unt. Malching 7¾
Esting 6.
Spielberg 9.
Maisach 7
Frauenberg 7½.
Stephansberg 7¾
Aufkirchen 8½.
Ziegel H.
Lochhausen
Langwied
Blüthenburg
Ob. Menzing
Hirschgarten
Nymphenburg
G. Seeberger fec.

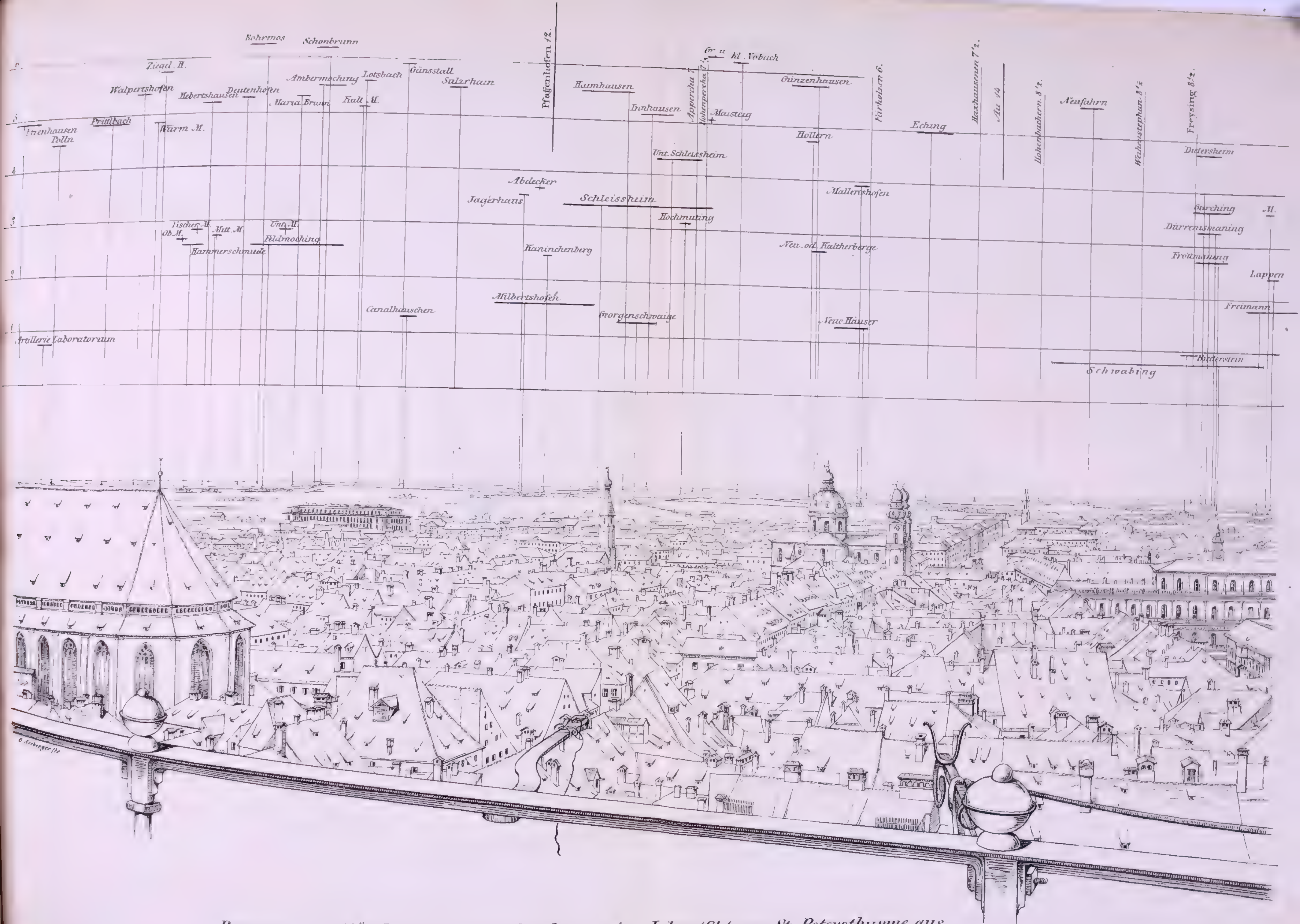

Diessen 12
Landsberg 14
Harfeld
6
Unt. Brunn
Argelsried
Frohnloch
Alling
Hengermusen
Benterried
Glesham
5
Reis. M
Gauting
Unt. Pfaffenhofen
Buchheim
Fürstenfeldbruck 7
Puch 7¼.
Unt. Malching 7¼.
Esting 6.
Spielberg 9.
Maisach 7
Frauenberg 7½.
Stephansberg 7¾
Aufkirchen 8½
Kreutzing
Grub. M
einige Häuser
Germering
4
Stockdorf
Kraulling
Straflach
Maria Eich
Freyham
Ziegel H
Lochhausen
Planeck
3
Aubing
Langwied
Martinsried
Gräfling
Neuried
Lochham
neue Papier M.
Pasing
Pipping
Blüthenburg
Ob. Menzing
2
Gr. Hadern
Kl. Hadern
Laim
Fürstenried
1
Hirschgarten
Nymphenburg
Unter Sendling
G. Seeberger fec.

Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. III.


Puch 7¼
Unt. Malching 7½
Esting 6.
Spielberg 9.
Maisach 7.
Frauenberg 7½.
Stephansberg 7¾.
Aufkirchen 8½.
Ob. Weikertshofen 8¾.
Rottbach 7½.
Ueberacker 6¾
Augsburg 16.
Friedberg 15.
Fusberg 6¾
Graslfing
Loderhof 7.
Eunsbach 7¾.
Palsweis 6¾.
Lauterbach 6¾.
Deutenhausen
Fisolzried
Bergkirchen
Kienoden
Günding
Ob. Bachern
Aichach 14.
Altomünster 10.
Dachau
Steinkirchen
Etzenhausen
Pölln
Prittlbach
Zugel H.
Walpertshofen
Hebertshaus.
Deutenhofen
Würm M.
4
Zigel H.
Lochhausen
Langwied
Aubing
Carlsfeld
3
Pipping
Bluthenburg
Ob. Menzing
Unt. Menzing
Allach
Nederling
Gern
Hartmannshofen
Fischer M.
Ob. M.
Mitt. M.
Hamerschmiede
Unt. M.
Feldmoching
2
Hirschgarten
Nymphenburg
Neuhausen
Mosach
1
Artillerie Laboratorium
G. Seeberger fec.

Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. II.

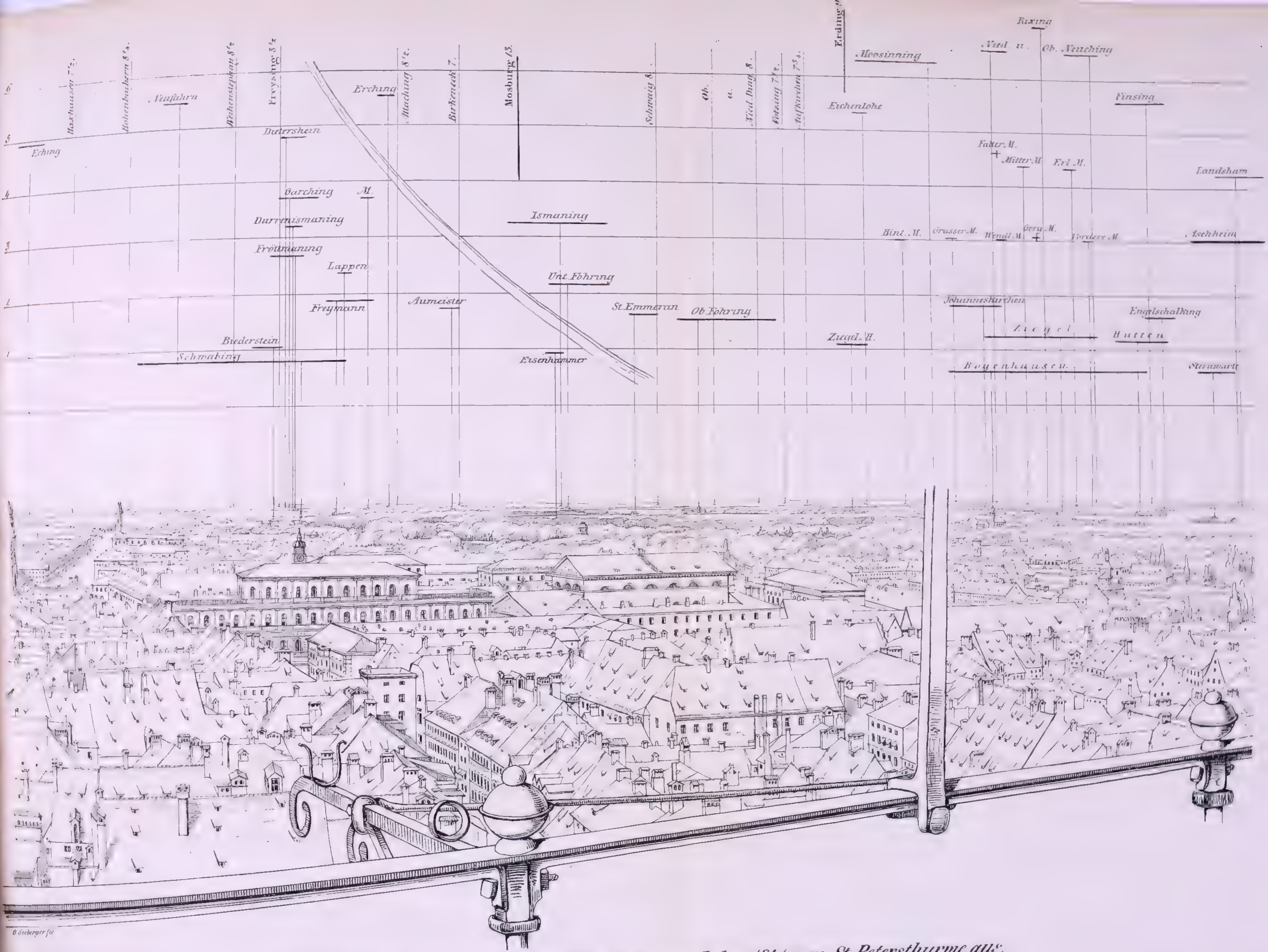
NATURAL HISTORY


6
5
4
3
2
1
Rohrmos
Schonbrunn
Zuad. H.
Walpertshofen
Hebertshausen
Deutenhofen
Ambermoching
Lotsbach
Gänsstall
Salzrhain
Maria Brunn
Kalt M.
Prittlbach
Itzenhausen
Polln
Würm M.
Fischer M.
Ob. M.
Mitt. M.
Unt. M.
Feldmoching
Hammerschmiede
Canalhauschen
Artillerie Laboratorium
Pfaffenhofen 12.
Haimhausen
Innhausen
Apperchu 7
Hohenpercha 7½
Gr. u. kl. Nobach
Mausteig
Ginzenhausen
Hollern
Unt. Schleissheim
Abdecker
Jagerhaus
Schleissheim
Hochmuting
Mallertshofen
Kaninchenberg
Neu. od. Kaltherberge
Milbertshofen
Georgenschwaige
Neue Häuser
Fürholzen 6.
Eching
Haxhausen 7½.
Au 14
Hohenbachern 8½.
Neufahrn
Weihenstephan 8½
Freysing 8½.
Dietersheim
Garching
M.
Dürrenismaning
Frottmaning
Lappen
Freimann
Biederstein
Schwabing
G. Seeberger fec.

Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.

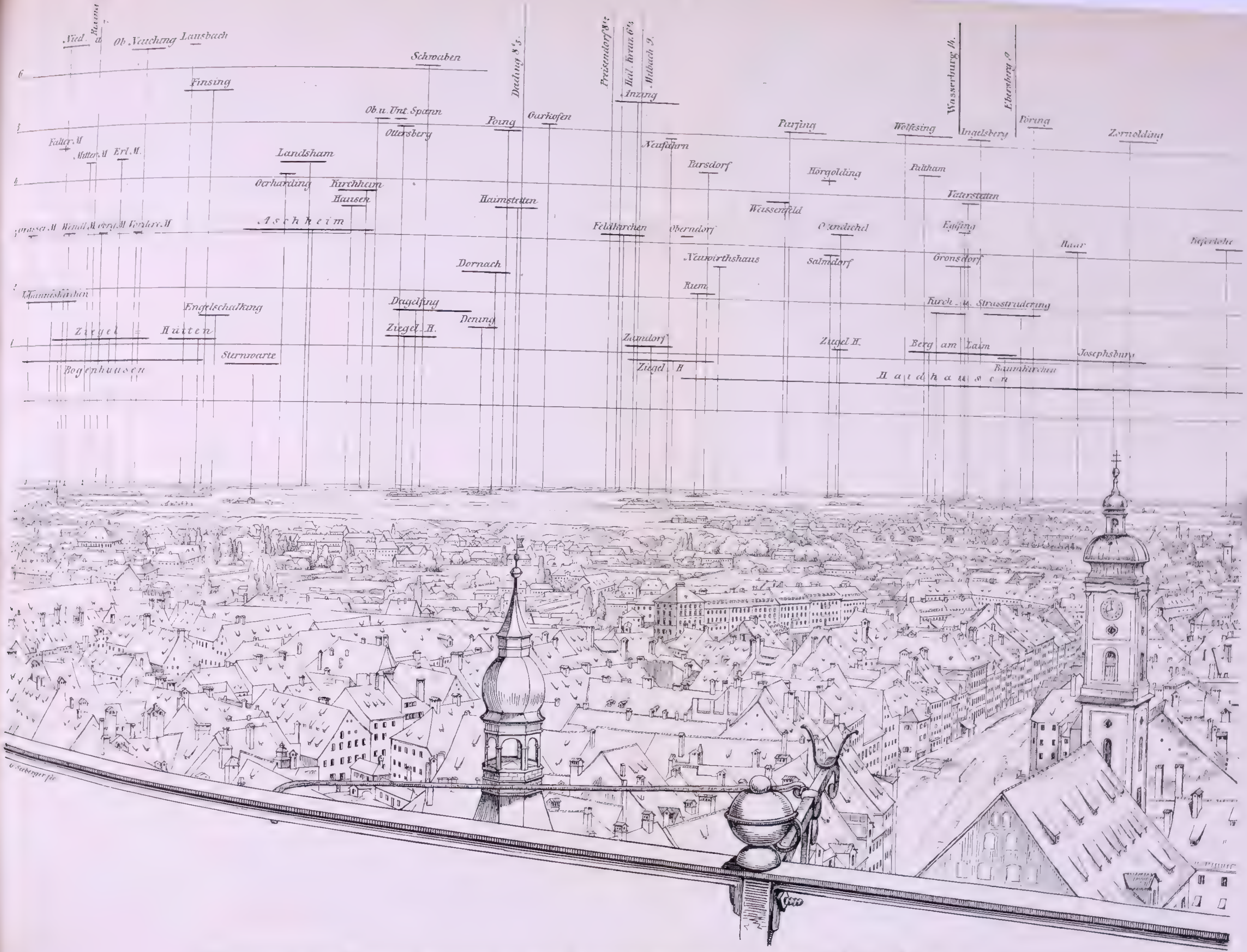
Sect. V.

Echin.


6
5
4
3
2
1
Eching
Haxhausen 7½.
Hohenbachern 8¼.
Neufahrn
Weihenstephan 8½
Freysing 8½
Dietersheim
Garching
M.
Durrenismaning
Fröttmaning
Lappen
Freymann
Biederstein
Schwabing
Erching
Attaching 8½.
Birkeneck 7.
Aumeister
Mosburg 13.
Ismaning
Unt. Föhring
Eisenhammer
Schwaig 8.
St. Emmeran
Ob.
u.
Nied. Ding 8.
Ob. Föhring
Notzing 7½.
Aufkirchen 7¾.
Erding
Eichenlohe
Zuegel. H.
Moosinning
Nied. u.
Rixing
Ob. Neuching
Falter. M.
Mitter. M.
Erl. M.
Hint. M.
Grasser M.
Wendl. M.
Gerg. M.
Vordere M.
Johanneskirchen
Ziegel
Bogenhausen.
Finsing
Englschalking
Hutten
Landsham
Aschheim
Sternwarte
G. Seeberger fec.

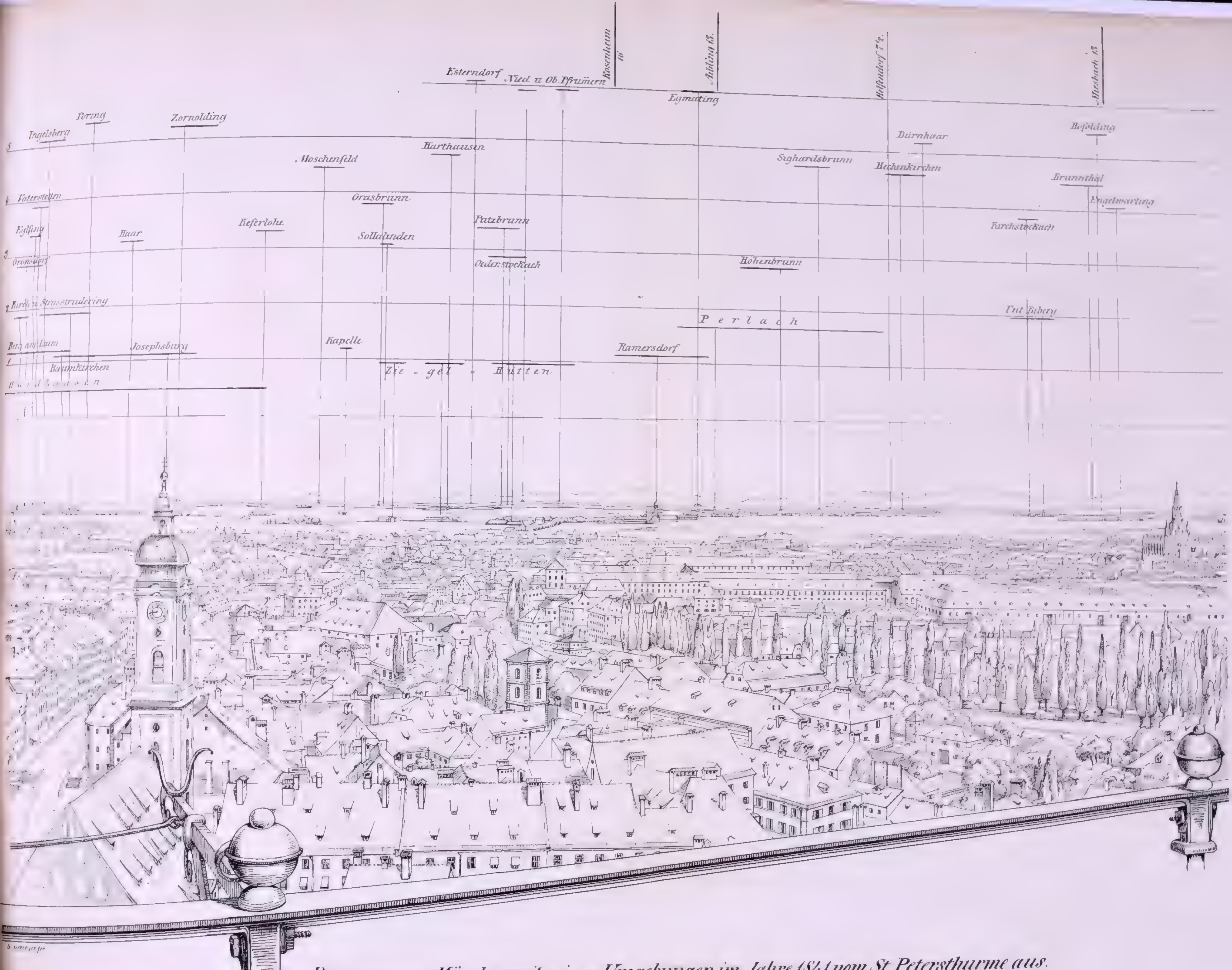
Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. VI.

Falte
Grasser M
Johannesh
Seeberger f


Nied.
Ramm a
Ob. Neuching
Lausbach
Schwaben
Dading 8½.
Preisendorf 8¾.
Hail. Kreuz 6¾.
Mitbach 9.
Wasserburg 11.
Ebersberg 9.
6
Finsing
Anzing
Ob. u. Unt. Spann
Ottersberg
Poing
Gurkofen
Parfing
Wolfesing
Ingelsberg
Föring
Zornolding
5
Falter. M
Mitter. M
Erl. M.
Neufahrn
Landsham
Parsdorf
Hörgolding
Paltham
4
Gerharding
Kirchheim
Hausen
Haimstetten
Wassenfeld
Vaterstetten
Aschheim
Feldkirchen
Oberndorf
Ozendichel
Eglfing
Haar
Keferlohe
3
grasser M.
Wendl. M.
Georg. M.
Vorder. M.
Dornach
Neuwirthshaus
Salmdorf
Gronsdorf
Riem
2
Johanniskirchen
Engelschalking
Dagelfing
Dening
Kirch- u. Strasstrudering
Ziegel = Hütten
Ziegel H.
Zamdorf
Ziegel H.
Berg am Laim
Josephsburg
1
Bogenhausen
Sternwarte
Ziegel H
Baumkirchen
Haidhausen
G. Seeberger fec.

Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. VII.

Ingelst
Vaterstett
Eglfing
Gronsdorf
Kirch u. St
am La
fec.


Rosenheim 16
Aibling 13
Helfendorf 7½
Miesbach 13
Esterndorf
Nied. u. Ob. Pframern
Egmating
5
Poring
Ingelsberg
Zornolding
Harthausen
Moschenfeld
Dürnhaar
Hofolding
Sighardsbrunn
Hechenkirchen
Brunnthal
4
Vaterstetten
Grasbrunn
Engelwarting
Putzbrunn
Kirchstockach
Keferlohe
Haar
Eglfing
Sollalinden
3
Gronsdorf
Oedenstockach
Hohenbrunn
2
Kirch u. Strasstrudering
Unt. Biberg
Perlach
Berg am Laim
Josephsburg
Kapelle
Ramersdorf
1
Baumkirchen
Ziegel - Hütten
Haidhausen

Panorama von München mit seinen Umgebungen im Jahre 1841 vom St. Petersthurme aus.
Sect. VIII.

Ueber die

Natur des eigenthümlichen Geruches,

welcher sich

sowohl am positiven Pole einer Säule während der Wasserelectrolyse, wie auch beim Ausströmen der gewöhnlichen Electricität aus Spitzen entwickelt

von

Professor Schönbein

in Basel.

Ueber die
Natur des eigenthümlichen Geruches,
welcher sich
sowohl am positiven Pole einer Säule während der Wasserelectrolyse, wie auch beim Ausströmen der gewöhnlichen Electricität aus Spitzen entwickelt

von

Professor Schönbein

in Basel.

Herr *de la Rive* hat meine in den Denkschriften der Akademie veröffentlichte Abhandlung über den electrischen Geruch seiner Aufmerksamkeit gewürdiget, und die von mir erhaltenen Resultate bestätiget; er gibt aber den letztern eine von der meinigen gänzlich verschiedene Deutung und stellt die Eigenthümlichkeit der besagten riechenden Materie in Abrede.

Zunächst macht dieser Physiker gegen die von mir aufgestellte Hypothese zwei Einwendungen. Wäre das Ozon in der Luft oder im Wasser, z. B. als Ozonwasserstoff vorhanden, so müsste man, sagt *de la Rive*, bei der Wasserelectrolyse einen Ueberschuss von Wasserstoff am negativen Pole erhalten und in der Atmosphäre

Ozonwasserstoff antreffen. Dann behauptet er zweitens, dass augenblickliche electrische Entladungen, wie sie z. B. beim Blitzschlage und der Leidner Flasche stattfinden, keine chemische Zersetzungen zu veranlassen vermöchten und folglich der Blitz auch die in der Luft vermuthete Ozonverbindung nicht zerlegen könnte.

Was nun den ersten dieser Einwürfe betrifft, so ist die Beseitigung desselben, wie mir scheint, eine sehr leichte Sache.

Schon in meiner Abhandlung über den electrischen Geruch habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass die fragliche Ozonverbindung in äusserst geringen Mengen sowohl in der Luft, als auch im Wasser vorhanden sey. Nehmen wir nun beispielsweise an: im reinen Wasser befinde sich ein ganzes Tausendtheil Ozonwasserstoffes und es zersetzen sich bei der Electrolyse des Wassers tausend Theile dieser Flüssigkeit auf einen Theil Ozonwasserstoffes, so würde der unter solchen Umständen erhaltene Wasserstoffüberschuss so unbedeutend seyn, dass derselbe weder durch Wägen noch durch Messung mit Sicherheit dargethan werden könnte und nichtsdestoweniger könnte das am positiven Pole freigewordene Ozon in solcher Menge vorhanden seyn, um das Geruchsorgan noch stark zu affiziren. Wissen wir doch, dass eine einzige Blase Schwefelwasserstoffgases ein ganzes Zimmer verpesten kann und dass unwägbar kleine Mengen von Moschus grosse Säle mit einem durchdringenden Geruch zu erfüllen vermögen. Fände sich aber das Ozonwasserstoff in einer noch viel kleinern als der vorhin angenommenen Quantität im Wasser und in der Luft vor, so könnten durch dessen Zersetzung doch alle die von mir beobachteten Geruchswirkungen und volta'schen Erscheinungen noch eintreten. Wenn also Wasser oder Luft auch nur ein Milliontheil ihres Gewichtes von der Ozonverbindung enthielten, wie könnte man in diesem Falle daran denken, auf dem gewöhnlich analystischen Wege und durch

Wägen die Menge derselben zu bestimmen! Finden nun unsere Chemiker mit ihren verhältnismässig immer noch rohen Untersuchungsmitteln kein Ozonwasserstoff in der Luft oder im Wasser, so beweist diess, sollte ich denken, ganz und gar nicht, dass diese Verbindung gar nicht in ihnen enthalten sey. Wir wissen mit Gewissheit, dass die Atmosphäre der Sammelplatz einer grossen Anzahl sehr verschiedenartiger Stoffe ist, und doch vermögen wir nur wenige derselben vermittelst unserer Reagentien nachzuweisen, d. h. nur diejenigen, welche in merklicher Menge darin enthalten sind.

Ich glaube daher, dass durch den ersten Einwurf, den Herr *de la Rive* gegen meine Hypothese gemacht hat, dieselbe nicht widerlegt worden ist.

Den zweiten anbelangend, so wage ich zu behaupten, dass der verdiente Genfer Chemiker sich täuscht, wenn er glaubt, dass electrischen Entladungen von nur augenblicklicher Dauer die Fähigkeit abgeht, electrolytische Verbindungen zu zerlegen. Sie electrolysiren eben so gut, als continuirliche Ströme oder Entladungen.

Schon Faraday hat in seinen schönen Untersuchungen über den Voltaismus anfmerksam gemacht auf die innige Beziehung, welche zwischen der Leitungsfähigkeit eines zusammengesetzten Körpers und dessen electrolytischer Zersetzbarkeit besteht und Grove, wie auch meine Wenigkeit haben nachgewiesen, dass nicht der allerschwächste volta'sche Strom durch einen Electrolyten gehen kann, ohne einen Theil des letztern zu zerlegen.

Wenn also Stromleitung und Electrolyse zwei Thätigkeiten sind, die in einem electrolytischen Körper immer gleichzeitig statt finden, wenn also die eine ohne die andere gar nicht möglich ist, so wäre es höchst wunderbar, würde z. B. eine Leidner Flasche durch Wasser sich entladen können, ohne eine Portion des letztern zu zerlegen. Es würde eine derartige Thatsache zu der Annahme führen, dass die Leitung der gewöhnlichen Electricität durch das Wasser nicht durch eine Aufeinanderfolge von Wasserzersetzung und Wasserbildung, mit andern Worten, nicht durch die Electrolyse dieser Flüssigkeit sich vermittelte, sondern, dass in dem gegebenen Falle die Ausgleichung der Gegensätze der gewöhnlichen Electricität auf eine ganz andere Weise stattfände, als die ist, in welcher sich die Volta'schen aufheben.

Nun ist aber auf das Genügendste durch mehrere Physiker und namentlich durch Faraday der Beweis geführt worden, dass die gewöhnliche und die volta'sche Electricität in nichts Wesentlichem von einander sich unterscheiden, dass beide vollkommen identisch sind. Wenn aber dem so ist, so kann auch der sogenannte Durchgang der gewöhnlichen Electricität durch Wasser nicht ohne die Electrolyse des letztern statt finden.

Die Richtigkeit dieser Folgerung lässt sich indessen auch auf experimentellem Wege darthun und das electrolysirende-Vermögen einer electrischen Entladung ausser allen Zweifel setzen.

Eine Leidner Flasche, deren Belege einen Flächeninhalt von vier Quadratfussen haben, wurde von mir durch eine Scheibenmaschine nahe bis zum Maximum geladen und zwar in der Weise, dass der innere Beleg positiv war. In ein gewöhnliches Trinkglas, mit chemisch reinem Wasser gefüllt, liess ich zwei Goldstreifen so eintauchen, dass sie etwa zwei Zoll in der Flüssigkeit von einander abstanden und leicht mit den Belegen der Flasche in Verbindung gebracht werden konnten.

Entlud ich nun die Flasche durch die besagten Goldstreifen und das Wasser, so zeigten sich jene merklich polarisirt; denn brachte man sie in frisches Wasser und verband man sie mit dem Galvanometer, so wich die Nadel um 40° ab und es ergab sich aus der Richtung des sekundären Stromes, dass der Streifen, welcher mit dem positiven Beleg in Verbindung gestanden hatte, negativ, der andere Streifen aber positiv war. Ich habe diesen Versuch sehr oft wiederholt und dabei immer das gleiche Resultat erhalten. Auch mit verschieden gesäuertem und salzhaltigem Wasser experimentirte ich viel und es ist kaum nöthig zu sagen, dass die mit ihnen gewonnenen Ergebnisse mit dem vorhin erwähnten Resultate im vollkommensten Einklang standen.

Es ist von mir schon früher gezeigt worden, dass die Polarisation der Electroden der allersicherste Beweis einer an ihnen stattgefundenen Electrolyse sey und wenn ich mich nicht täusche, erkennt die Mehrzahl der Physiker und namentlich auch *de la Rive* die Untrüglichkeit dieses Kennzeichens an. Letzterer wird daher auch gerne zugeben, dass während der Entladung einer Leidner Flasche durch electrolytische Flüssigkeiten diese auch theilweise zerlegt werden. Wenn er aber dieses Zugeständniss macht, so muss er auch die Möglichkeit, ja Nothwendigkeit anerkennen, dass der Blitz ebenfalls ein electrolysirendes Vermögen besitze und also wohl im Stande sey, das in der Luft vermuthete Ozonwasserstoff zu zerlegen.

Indessen machen einige Thatsachen es wahrscheinlich, dass electrische Entladungen in gewissen Fällen chemische Zersetzungen veranlassen, die von der Electrolyse wesentlich verschieden sind.

Eine derartige Thatsache ist der bekannte Wollaston'sche Versuch, in welchem vermittelst zweier feiner Platindrähte Maschinenelectricität von dem einen in Wasser ein- und von dem andern ausgeführt wird. Unter diesen Umständen findet eine Wasser-Zersetzung an den Drahtspitzen statt, es entwickelt sich jedoch an jeder einzelnen Spitze Wasserstoff und Sauerstoff zu gleicher Zeit, was zu beweisen scheint, dass hier keine gewöhnliche Electrolyse statt findet. Es könnte daher recht wohl seyn, dass der Blitz, indem er durch die Luft fährt, darin enthaltene chemische Verbindungen nicht nur electrolysirte, sondern auch noch auf eine aussergewöhnliche Weise zerlegte, in der Art z. B. wie electrische Funken eine Anzahl zusammengesetzter Gase zersetzen.

Ich will jedoch auf diesen Umstand zum Behufe der Vertheidigung meiner Hypothese gar kein besonderes Gewicht legen, indem es mir genügt, gezeigt zu haben, dass electrische Entladungen von nur augenblicklicher Dauer electrolytische Verbindungen zu zerlegen im Stande sind.

Wenn nun eine electrische Ausgleichung von unendlich kurzer Zeitdauer einen Electrolyten zerlegen kann, so dürfen wir auch erwarten, dass eine Aufeinanderfolge solcher Entladungen, dass also z. B. die von einer gewöhnlichen Scheibenmaschine erzeugte und durch Wasser oder durch einen andern Electrolyten geleitete diese Verbindungen in ihre Bestandtheile trenne. Faraday hat durch eine Anzahl von Versuchen gezeigt, dass dem so ist und dass namentlich Jodkalium in merklicher Menge unter den erwähnten Umständen electrolysirt werden kann.

Um mich zu vergewissern, dass selbst reines Wasser durch die von einem gewöhnlichen Conductor in diese Flüssigkeit geführte Electricität zerlegt werde, setzte ich denselben (den Conductor) in leitende Verbindung mit einem Gold- oder Platinstreifen, der in ein mit Wasser gefülltes Glasgefäss eintaucht und liess einen andern ähnlichen Streifen in das gleiche Gefäss tauchend mit der Erde communiziren. Eine einzige Umdrehung meiner Scheibe reichte schon hin, um den Metallstreifen einen merklichen Grad von Polarität zu geben und fünf und zwanzig Umdrehungen polarisirten jene so stark, dass sie die Nadel meines Galvanometers um fünfzig Grad ablenkten. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass derjenige Streifen, welcher als positive Electrode bei diesem Versuche diente, negativ, der andere Streifen positiv polarisirt wurde.

Indem nun das sogenannte Ausströmen der gewöhnlichen Electricität aus Spitzen in die umgebende Luft ein wahrer electrischer Entladungs- oder Ausgleichungsact ist, so kann und muss auch da, wo eine solche Ausströmung stattfindet, eine Electrolyse erfolgen, falls sich am Orte electrolytische Körper vorfinden. Wäre also in der den Conductor umgebenden Luft Ozonwasserstoff vorhanden, so könnte derselbe wohl auch zersezt werden.

Nach *de la Rive's* Meinung rührt der eigenthümliche Geruch, welcher während der Electrolyse des Wassers an der positiven Electrode sich entwickelt, von nichts Anderem, als von Gold- oder Platinoxyd her. Das eine oder das andere dieser Oxyde soll von dem an dem positiven Pole sich entwickelnden Sauerstoff fortgerissen werden und in diesem Gase suspendirt bleiben.

Der Phosphorgeruch, der sich bei Blitzschlägen und beim Ausströmen der gemeinen Electricität aus Metallspitzen etc. zeigt, wird von dem Genfer Physiker ebenfalls Metalloxydtheilchen zugeschrieben.

Ehe wir in eine umständlichere Erörterung dieser Ansicht eintreten, wollen wir bemerken, dass nach den bisherigen Annahmen der Physiologen feste und flüssige Substanzen das Geruchsorgan nicht affiziren und nur gewisse gas- oder dampfförmige Materien diess zu thun vermögen.

Ist diese Annahme richtig, so kann kein Metalloxyd riechen, da alle Verbindungen dieser Art bei gewöhnlicher Temperatur bekanntlich fest sind. Wollen wir aber die Riechbarkeit fester und fein zertheilter Körper zugeben.

Suspendirt man fertig gebildetes Platin- oder Goldoxyd in Wasser und verursacht man in diesem die Entwicklung irgend einer geruchlosen Gasart, führt man also z. B. einen Luftstrom geradezu in die Flüssigkeit ein, so bemerkt man auch nicht den entferntesten Geruch nach Phosphor, eben so wenig als ein solcher wahrgenommen wird, wenn man unmittelbar feinen Staub von Gold-, Platin- oder irgend einem andern Metalloxyd in die Nase zieht. Oder müssen etwa die Theilchen des Platinoxydes etc. von einer gewissen Kleinheit seyn, um auf die Geruchsnerven wirken zu können?

Wie schon bemerkt, sind nach *de la Rive's* Meinung Gold- oder Platinoxydtheilchen im Sauerstoffgas, das sich an einer positiven Gold- oder Platinelectrode entwickelt hat, suspendirt.

Nach meinen Beobachtungen hält der electrische Geruch viele Tage lang in einem wohlverschlossenen Gasgefäss an; wenn nun der fragliche Geruch von festen Oxydtheilchen herrührte, sollte nicht schon nach wenigen Stunden die schwere Substanz auf den Boden und an den Wandungen der Flasche sich abgesezt haben? Giesst man in ein mit dem electrischen Geruch erfülltes Gefäss Wasser und schüttelt dieses noch so lange mit dem gasförmigen Inhalt, so riecht es nach dem Oeffnen immer noch nach Phosphor; man sollte aber glauben, dass unter diesen Umständen die im Sauerstoffgase suspendirt gewesenen Oxydtheilchen vom Wasser aufgenommen würden. Lässt doch Herr *de la Rive* selbst von dem Wasser, die nach seiner Meinung an den Spitzen eines Conductors sich bildenden Oxydstäubchen aufgesogen und zurückgehalten werden.

Wenn die vorhin erwähnten Thatsachen nun irgend einen Schluss zulassen, so ist es nach meinem Ermessen derjenige, dass das riechende Princip Gasform besitzt. Da nun Platin- oder Goldoxyd in diesen Zustand nicht zu treten vermag, so kann von denselben auch der eigenthümliche Geruch nicht herrühren.

Die negative Polarität, welche Gold- oder Platinstreifen annehmen, wenn man diese Metalle auf einige Augenblicke in eine Flasche hält, die das riechende Princip (mit Sauerstoff gemengt) einschliesst, leitet der Genfer Physiker von Metalloxydtheilchen her, welche sich auf besagte Streifen absetzen.

Ich habe nun gezeigt, dass ein so polarisirter Streifen sein electromotorisches Vermögen wieder verliert, wenn man ihn auf kurze Zeit in eine Wasserstoffgas-Atmosphäre hält.

Die Aufhebung der negativen Polarität des Streifens beruhet nach *de la Rive* auf einer durch den Wasserstoff bewerkstelligten Reduction der auf dem Metalle abgelagerten Gold- oder Platinoxydtheilchen. Schon früher ist bemerkt worden, dass freies Wasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur diese Metalloxyde nicht zu desoxydiren vermöge. Dass aber die fragliche Depolarisation der Metallstreifen in keinem Falle auf einer derartigen Reduction beruhe, geht auf das Bestimmteste aus der einfachen Thatsache hervor, dass die riechende Substanz mit Wasserstoffgas zusammengebracht werden kann, ohne dass dadurch deren Geruch zerstört würde.

Ich liess Tage lang ein solches Gemeng in einer Glasflasche zusammenstehen, setzte dasselbe sogar dem Sonnenlichte aus und doch verschwand unter diesen Umständen der electrische Geruch nicht. Rührte nun dieser letztere von suspendirten Gold- oder Platinoxydtheilchen her und würden diese durch Wasserstoffgas schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt, so müsste nothwendig dieses Element den fraglichen Geruch schnell zerstören. Da dem aber nicht so ist, so wird Herr *de la Rive* gewiss selbst zugeben, dass die angeführte Thatsache stark gegen seine Hypothese spricht.

Mit dieser scheint mir eine andere Thatsache in üblem Einklang zu stehen. Nach *de la Rive's* eigener Behauptung vermag Salpetersäure oder Schwefelsäure, Platin- oder Goldoxyd aufzulösen; wenn nun der electrische Geruch von letzteren Verbindungen herrührt, wie kommt es dann, dass die genannten Säuren mit dem riechenden Princip geschüttelt, dieses nicht aufnehmen und den Geruch zerstören?

Da *de la Rive* behauptet, dass alle Metalloxyde im fein zertheilten Zustande phosphorartig riechen, so möchte ich fragen, warum der electrische Geruch auch nicht einmal spurenweise zum Vorschein kommt, wenn man z. B. Kalilösung als electrolytische Flüssigkeit anwendet und leicht oxydirbare Metalle, wie z. B. Kupfer, Eisen etc. als positive Electroden functioniren lässt. Die unter diesen Umständen sich bildenden Metalloxyde vermögen sich ja nicht in der Zersetzungsflüssigkeit aufzulösen und könnten demnach durch den Sauerstoff, der sich mit der Materie der Electrode nicht verbindet, auch fortgeführt werden und in diesem Gase suspendirt bleiben.

Meine Beobachtung, dass an der positiven Platin- oder Goldelectrode das riechende Princip sich nicht entwickelt, wenn dieselbe in stark erwärmte verdünnte Schwefelsäure eintaucht, erklärt *de la Rive* durch die Annahme, dass das an der Electrode sich bildende Gold- oder Platinoxyd sofort wieder durch die heisse Flüssigkeit reducirt werde.

Gewöhnliches Gold- oder Platinoxyd reduziren sich aber nicht in erwärmter verdünnter Schwefelsäure, wesshalb auch die *de la Rive*'sche Erklärung nicht wohl die richtige seyn kann.

Es ist bekannt, dass, wenn die Poldrähte einer kräftigen Säule erst in Berührung gebracht und dann von einander getrennt werden, ein Lichtbogen zwischen denselben entsteht und Theilchen vom positiven Pole hinüber wandern nach dem negativen. Diese Ueberführung findet im luftleeren, wie im lufterfüllten Raume statt. *De la Rive* führt in seiner Abhandlung an, dass er diesen Versuch angestellt, als Pole schwammförmiges Platin benützt und hiebei einen schwachen Geruch bemerkt habe. Woher nun dieser letztere auch rühren mochte, Platinoxyd kann in keinem Falle die Ursache davon gewesen seyn, da bei einer so hohen Temperatur, wie sie bei dem fraglichen Versuche statt findet, kein Platinoxyd zu existiren vermöchte. Ueberdiess beweisen die Versuche von Grove, Daniell und andern Physikern, dass wenn die Substanz des positiven Poles Platin ist, dieser Körper in metallischer Beschaffenheit auf dem negativen Pole abgesetzt wird. Folglich beweist der von *de la Rive* angeführte Versuch nichts zu Gunsten seiner Hypothese. Ist der positive Pol ein leicht oxydirbares Metall, wie z. B. Zink und wird der erwähnte Versuch in der Luft ausgeführt, so wird dasselbe allerdings oxydirt und es setzt sich auf dem negativen Pol ein Oxyd ab, meines Wissens bemerkt man aber während dieses Phänomens den electrischen Geruch nicht.

Erörtern wir nun schliesslich noch die Hypothese, durch welche der Genfer Physiker den an unsern gewöhnlichen Electrisirmaschinen auftretenden Geruch zu erklären sucht.

Er nimmt, wie schon bemerkt worden, an, dass bei der electrischen Entladung Metalltheilchen vom Conductor oder den Ausströmungsspitzen sich ablösen, diese von der umgebenden Luft oxydirt werden und dieser Oxydstaub es eben sey, durch welchen der phosphorartige Geruch veranlasst werde. *De la Rive* führt zur Bekräftigung dieser Ansicht die Versuche Priestley's an, welche zeigen, dass der aus einem Conductor hervorschlagende Funken mit metallischen Theilchen beladen sey und diese in der Richtung der positiven Electricität sich bewegen. Die Resultate des brittischen Naturforschers selbst als zuverlässig betrachtend, kann ich daraus die Folgerung nicht ziehen, welche *de la Rive* aus ihnen ableitet. Denn erstens ist in den fraglichen Versuchen nicht von Oxyd- sondern von Metalltheilchen die Rede und zweitens sollen letztere immer in der Richtung der positiven Electricität sich bewegen.

Was nun letztere Angabe betrifft, so scheint aus derselben zu folgen, dass ein mit negativer Electricität beladener Conductor den eigenthümlichen Phosphorgeruch nicht erzeugen könnte, da beim Ausströmen der negativen Electricität aus Spitzen in die umgebende Luft keine Metalltheilchen von den letztern sich ablösen könnten.

In der That ist auch von verschiedenen Physikern behauptet worden, dass beim Entweichen der negativen Electricität in die Luft kein Phosphorgeruch bemerkt werde; ich muss aber dieser Angabe auf das Bestimmteste widersprechen, denn nach meinen Erfahrungen zeigt sich der eigenthümliche Geruch eben so gut an negativ als an positiv geladenen Conductoren und findet in dieser

Beziehung auch nicht der geringste Unterschied zwischen der Wirkungsweise beider Electricitäten statt.

In Bezug auf den von mir vor zwei Jahren wahrgenommenen Geruch, welcher durch einen Blitzschlag entwickelt wurde, muss ich hier nochmals bemerken, dass meine Wohnung einige hundert Schritte von der Kapelle entfernt ist, auf welche der Blitz gefallen, dass zwischen dem Gebäude und meiner Wohnung eine Häuserreihe steht; dsss der Geruch in meinem Hause selbst in Zimmern wahrgenommen wurde, welche zur Zeit des Blitzschlages gänzlich verschlossen waren, und dass man denselben acht Stunden nach erfolgtem Schlage noch bemerkte. Es kann daher wohl keine Rede davon seyn, dass der in meiner Wohnung wahrgenommene Geruch von oxydirten Metalltheilchen herrührte, die etwa von dem auf der Kapelle stehenden blechernen Spitzkegel abgelöst und von da aus in meine Zimmer geführt worden wären. Das riechende Princip wurde in allen Theilen meiner Wohnung selbst entbunden und zwar in demselben Augenblick, wo der Blitz die Kapelle traf.

Ich will hier nur im Vorbeigehen bemerken, dass die zuletzt erwähnte Thatsache desshalb wichtig ist, weil sie zu beweisen scheint, dass bedeutende electrische Ausgleichungen selbst an Orten statt finden, die verhältnissmässig weit von der durch den Blitz unmittelbar getroffenen Stelle entfernt liegen.

Denn, wenn es eine sichere Thatsache ist, dass der eigenthümliche Geruch, von welcher Natur derselbe auch seyn mag, nur durch electrische Thätigkeiten hervorgerufen wird und wenn es unmöglich ist anzunehmen, dass der gleiche Geruch von dem Einschlagorte aus in von ihm entfernte und verschlossene Räume geführt werde, so darf man, sollte ich denken, wohl den Schluss ziehen: es hätten in diesen Räumen selbst electrische Entladungen, d. h. electrolytische Zersetzungen statt gefunden.

Sey es aber mit diesen durch electrische Entladungen losgerissenen Metalloxydtheilchen wie ihm wolle, so gibt es noch eine Reihe anderer Thatsachen, welche sich schwer in Einklang bringen lassen mit den von Herrn *de la Rive* aufgestellten Ansichten.

Wenn wir auch von der Unwahrscheinlichkeit, dass die Metalloxyde im festen Zustande überhaupt riechen, absehen und deren Riechbarkeit als eine Möglichkeit ansehen; können wir denn wohl annehmen, dass die Oxyde der verschiedenartigsten Metalle einen und eben denselben Geruch haben? Wenn dem so wäre, so würde diess die wunderbarste aller Thatsachen seyn.

Ob die gemeine Electricität aus Platin, ob sie aus Gold, aus Silber, aus Kupfer, aus Eisen, aus Messing oder aus irgend einem metallischen Körper ströme, ist völlig gleichgültig; der dabei sich entwickelnde Geruch bleibt für die feinste Nase immer derselbe und es wird auch ein dem electrischen Büschel gegenüber gehaltener Gold- oder Platinstreifen immer auf die gleiche Weise, d. h. negativ polarisirt, entspringe dieser Büschel aus einem positiv- oder negativ geladenen Conductor. Da die unter diesen Umständen hervorgerufene Polarität nach *de la Rive* von Metalloxydtheilchen herrührt, die sich auf dem Streifen absetzen, so müssten jene alle den gleichen volta'schen Charakter haben; eine Annahme, die eben so unwahrscheinlich ist, als diejenige, der gemäss alle Oxyde den gleichen Geruch besitzen. Wollen wir indessen auf die eben erwähnten Umstände gar keinen Werth legen und die so ganz unwahrscheinliche Voraussetzung wirklich machen: alle Oxyde riechen gleich, alle Oxyde besitzen das gleiche electromotorische Vermögen und jedes Metall oxydirt sich, wenn aus demselben Electricität irgend einer Art in die Luft strömt, so liegen dennoch einige Thatsachen vor, welche nach meiner Ansicht durch die Hypothese des Genfer Physikers durchaus nicht erklärt werden können.

Wenn der electrische Geruch seinen Grund in feinen Stäubchen dieses oder jenes Metalloxydes hat, so ist klar, dass derselbe nicht auftreten kann, wenn man die gewöhnliche Electricität aus nicht metallischen Substanzen ausströmen lässt. Nun ist bekannt, dass lufttrockenes Holz, namentlich stark geglühte Kohle oder Coaks die Electricität gut leiten, und es können daher diese Substanzen sehr gut als Ausströmungsspitzen dienen.

Lässt man nun aus der Spitze eines Holzkegels Electricität strömen, so entwickelt sich an derselben der bekannte Geruch in einem auffallend starken Grade und polarisirt sich ein in den electrischen Büschel gehaltener Platinstreifen merklich negativ. Ganz dieselben Resultate werden erhalten, wenn Kohle oder Coaks als Ausströmungsspitzen dienen. Von welcher chemischen Natur sollten nun die Theilchen seyn, die sich unter dem Einflusse der Electricität von dem Holzkegel ablösen? Gibt es etwa ein Holzoxyd und riecht, wenn dem so ist, dieses wie die Oxyde der Metalle? Ich denke, Niemand werde diese Frage bejahen wollen.

Dienen Kohlenstücke als Ausströmungsspitzen, so könnte möglicher Weise eine der gasförmigen Oxydationsstufen des Kohlenstoffes sich bilden. Aber weder Kohlensäure noch Kohlenoxydgas besitzen einen Geruch, auch nur entfernt demjenigen ähnlich, welcher während der electrischen Ausströmung an den besagten Kohlenspitzen entbunden wird. Wenn aber dieser Geruch von den erwähnten Verbindungen nicht herrührt, woher soll er denn kommen?

Ich finde für nöthig, dem Gesagten noch beizufügen, dass ich mit einer grossen Anzahl der verschiedenartigsten leitenden Körper metallischer und nicht metallischer Natur Versuche anstellte und nie wahrnehmen konnte, dass bei irgend einer dieser Substanzen als Ausströmungsspitze der Geruch oder die Polarisation ausblieb.

Wenn ich nun aus dieser Constanz der Resultate schliesse, dass der Geruch, welcher während des Ausströmens der Electricität auftritt, von einer und eben derselben eigenthümlichen Materie herrühre, so scheint es mir, als ob dieser Schluss kein sehr gewagter sey und man kaum umhin könne, zu einer andern Folgerung zu gelangen.

Schliesslich will ich nur noch einige Worte über die Erklärung sagen, welche *de la Rive* von der Thatsache gibt, dass an erhitzten Metallspitzen kein merklicher Phosphorgeruch sich zeigt. Der Genfer Physiker lässt durch die Hitze die gebildeten Metalloxydtheilchen wieder reduzirt werden. Bei Anwendung von Gold- oder Platinspitzen könnte man diese Erklärung noch gelten lassen. Da aber der Geruch auch ausbleibt, wenn die Ausströmungsspitzen oxydirbare Metalle oder Kohle sind, so erhellt, dass für diese Fälle die Hypothese nicht zulässig ist.

Wenn ich etwas umständlich gewesen bin in meinem Bemühen, die Ansichten des berühmten Genfer Physikers durch thatsächliche Gründe zu widerlegen, so wird man mir diess wohl kaum zum Vorwurf machen können; denn es handelte sich um einen Gegenstand, welcher für die Wissenschaft nicht ohne alle Bedeutung ist.

Herr *de la Rive*, ich bin dessen überzeugt, wird gewiss der Erste seyn, welcher anerkennt, dass seine Hypothese die in dieser Abhandlung besprochenen Thatsachen nicht genügend erklärt und dass noch weitere Forschungen statt finden müssen, bevor wir die vorliegenden Fragen genügend zu beantworten vermögen. Was meine Ansicht über die Natur des electrischen Geruches betrifft, so kenne ich bis jetzt noch keine Thatsache, welche mit jener im Widerspruche stünde. Ich theile aber ganz die Meinung des Herrn *de la Rive*, dass die Existenz des Ozones erst dann gänzlich ausser Zweifel gestellt ist, wenn man dasselbe einmal isolirt hat; eine Foderung, die ich übrigens selbst schon in meiner Abhandlung über den electrischen Geruch gestellt habe.

* * *

Auseinandersetzung
der
# spezifischen Differenzen,
durch welche sich
die Hyaena brunnea von der Hyaena striata und crocuta
in der Beschaffenheit des Schädels und Gebisses
unterscheidet.

Von

Professor Dr. A. Wagner.

Auseinandersetzung
der
# specifischen Differenzen,
durch welche sich
die Hyaena brunnea von der Hyaena striata und crocuta in der Beschaffenheit des Schädels und Gebisses unterscheidet.

Vom

Professor Dr. A. Wagner.

Unter den Hyänen werden bekanntlich drei Arten unterschieden: die *gestreifte Hyäne* (Hyaena striata), die *gefleckte Hyäne* (Hyaena crocuta) und der *Strand-Wolf* (Hyaena brunnea s. fusca s. villosa). Die specifische Verschiedenheit der beiden ersten Arten ist nicht bloss von äusserlichen Merkmalen, sondern auch, was wichtiger ist, von erheblichen Differenzen im Schädel- und Zahnbau abgeleitet. Dagegen ist die dritte Art von den beiden andern bisher nur nach ihrer äusserlichen Beschaffenheit unterschieden worden; über ihren Skelet- und Zahnbau ist nichts weiter als eine kurze Notiz von Cuvier über die Form des letzten untern Backenzahnes bekannt, wesshalb dieser Hyäne ihre Berechtigung als Species bestritten und sie von einem genauen Beobachter, Rüppell, nur als Varietät von der gefleckten vermuthet wurde. Da unsere Sammlung in diesen Tagen ein Exemplar des Strandwolfes zugleich mit zwei Schädeln desselben von dem Naturalienhändler Drège erlangt hat, während wir die beiden andern Arten mit den Schädeln schon längere Zeit besitzen, so bin ich im Stande, die Ansprüche dieses Thiers auf specifische Selbstständigkeit aus den Eigenthümlichkeiten seines Gebisses und Schädels darzulegen. Bevor ich aber dieses thue, wird es nöthig seyn, die Unterschiede, welche Cuvier*) in letztgenannter Beziehung zwischen gestreifter und gefleckter Hyäne angegeben hat, ins Gedächtniss zurückzurufen, um dann nachzuweisen, dass hiernach der Strandwolf weder der einen, noch der andern Art angehören könne.

Hinsichtlich des *Schädels* unterscheidet sich nach Cuvier die gefleckte Hyäne von der gestreiften dadurch, dass bei jener 1) der Schnautzentheil verhältnissmässig dicker, 2) der Hirnkasten an den Seiten gewölbter, 3) die Sagittal-Leiste und Hinterhauptsleiste minder vorspringend ist. Diese Merkmale zeigen sich ebenfalls an den Schädeln beider Arten in unserer Sammlung und sind demnach von constantem specifischem Werthe.

Rücksichtlich des Gebisses hat Cuvier auf die grosse Verschiedenheit in den Reisszähnen beider Arten aufmerksam gemacht. Es ist nämlich 1) der untere Reisszahn der gestreiften Hyäne mit einem innern Zacken versehen, welcher der gefleckten ganz abgeht; 2) am obern Reisszahne der gestreiften Hyäne sind sich die drei Zacken, aus denen er besteht, in ihrer Breite (von vorn nach hinten) fast gleich, während bei der gefleckten der hintere Zacken den beiden andern fast gleich kommt. — Auch diese Merkmale finden sich an unsern Exemplaren vor, und geben demnach sehr entschiedene specifische Unterscheidungs-Merkmale ab.

---

*) Rech. sur les ossem. foss. IV. p. 389.

Zu diesen vom Gebisse hergenommenen Differenzen habe ich noch zwei andere aufgefunden. Es ist nämlich bei der gestreiften Hyäne der (obere) Höckerzahn lang in die Quere gezogen und durch eine mittlere Grube in zwei Hälften abgetheilt, wovon die vordere zwei kleinere, die hintere einen dicken kegelförmigen Höcker trägt; bei der gefleckten Hyäne dagegen ist dieser Zahn nur ein kleines walziges Stümpfchen mit einigen Höckerchen. Ferner ist am untern Reisszahne bei der gestreiften Hyäne der hintere Ansatz ums Doppelte grösser als bei der gefleckten.

Am Schädel und Gebiss der gestreiften und gefleckten Hyäne sind demnach genug Differenzen gekannt, um beide leicht von einander scheiden zu können. Was dagegen den Strandwolf anbetrifft, so liegt in genannter Beziehung nichts weiter als Cuvier's*) Aeusserung vor: sa dernière molaire inférieure a en dedans le tubercule caractéristique de l'Hyène rayée, mais il est moins saillant. Dasselbe wiederholt Is. Geoffroy**), wie es aber scheint, lediglich auf Cuvier's Autorität, ohne eigne Untersuchung eines neuen Exemplares. Ist die Beschaffenheit des untern Reisszahnes so, wie beide Schriftsteller sie angeben, so wäre allerdings Rüppells Vermuthung, dass die Hyaena brunnea nur eine Varietät der Hyaena crocuta seyn möchte, entschieden unrichtig, indem dieser der innere Zacken am untern Reisszahne gänzlich abgeht.

---

*) A. a. O. S. 385.

**) *Guérin*, magas. de Zoolog. 1835.

Um über diese dritte Art ins Reine zu kommen, war es mir demnach sehr erwünscht, nicht bloss ein vollständiges Fell von ihr, sondern auch zwei Schädel zu erhalten. Denn wie das Knochengerüste überhaupt dem ganzen Körper seine Gestalt und Festigkeit giebt, so haften auch an ihm die sichersten Merkmale, auf welche specifische Trennungen untrüglich und unbedenklich begründet werden können.

Bei dieser Vergleichung hat sich nun zu meinem nicht geringen Befremden gezeigt, dass der Reisszahn an unserem Exemplare des Strandwolfes keineswegs, wie Cuvier und Is. Geoffroy es behaupten, mit dem inneren Zacken der gestreiften Hyäne versehen ist, sondern dass ihm dieser entweder ganz abgeht, oder doch nur als ganz schwache Andeutung vorhanden ist, so dass in dieser Beziehung die nächste Aehnlichkeit mit der gefleckten Hyäne besteht.

Der erste Gedanke nach diesem unerwarteten Befunde musste der seyn, dass dem Felle eines ächten Strandwolfes, wie es der unsrige ist, der Schädel von der gefleckten Hyäne beigegeben worden wäre. Auf diese Vermuthung konnte man um so leichter kommen, als der Naturalienhändler Drège, von dem erwähntes Exemplar gekauft worden war, seine ganze Sammlung am Kap, wo Hyaena brunnea und crocuta zugleich heimisch sind, zusammengebracht hatte. Hier könnte also möglicher Weise eine Verwechselung der Schädel vor sich gegangen seyn. Dass diess jedoch nicht statthatte, ergiebt nicht bloss die bestimmte Erklärung des Verkäufers, von der gefleckten Hyäne gar kein Exemplar erhalten zu haben — was auch durch die Ansicht seines gedruckten Verzeichnisses, in welchem keine andere Hyänen-Art als die Hyaena villosa aufgeführt ist, bestätigt wird — sondern bei näherer Untersuchung des fraglichen Schädels zeigen sich an demselben mehrere so höchst characteristische Eigenthümlichkeiten, dass hieraus unwidersprechlich hervorgeht: er könne weder der gestreiften, noch der gefleckten Hyäne angehören, sondern constituire eine dritte, von beiden im Gebiss und Schädel aufs Erheblichste abweichende Art, was ich jetzt im Detail nachweisen werde.

Wie vorhin bemerkt, kommt der *untere Reisszahn* unseres Strandwolfes dem gleichnamigen der gefleckten Hyäne in dem Mangel eines eigentlichen innern Zackens am nächsten. An dem einen unserer beiden Unterkiefer von Hyaena brunnea zeigt zwar derselbe in der Mitte des innern hintern Randes eine kleine Kerbe, wodurch unterhalb ein kleiner spitziger Wulst entsteht, indess löst sich dieser weder als eigner Zacken ab, noch ist er bei dem andern Exemplare des Unterkiefers sichtlich, wo er gänzlich verschwunden und von der Kerbe nur eine kaum wahrnehmbare Spur übergeblieben ist. Uebrigens unterscheidet sich gedachter Zahn noch von dem der Hyaena crocuta, dass er bei gleicher Kieferlänge bei der Hyaena brunnea merklich kleiner ist, während sein hinterer Ansatz sich grösser entwickelt zeigt.

Noch deutlicher tritt der Unterschied beider Arten am *obern Reisszahne* hervor. Während nämlich bei der gefleckten Hyäne der hintere Zacken an der Aussenseite fast die halbe Länge des Zahnes ausmacht und dreimal so lang (von vorn nach hinten gerechnet) als der vordere ist, ist bei dem Strandwolf der hintere Zacken dem vorderen im Längsdurchmesser gleich, so dass bei ihm sämmtliche drei Zacken, aus welchen die Aussenseite dieses Zahnes besteht, in ihrem Längsdurchmesser sich gleich sind. Dieses Merkmal allein wäre schon hinlänglich zur specifischen Distinktion zwischen Hyaena brunnea und crocuta. In dieser Beschaffenheit des obern Reisszahnes kommt der Strandwolf mit der gestreiften Hyäne überein.

Eine totale Verschiedenheit findet zwischen der gefleckten Hyäne und dem Strandwolfe hinsichtlich des *obern Höckerzahnes* statt. Während er bei jener nur ein kleines walziges Stümpfchen darstellt, ist er dagegen bei diesem stark in die Quere ausgedehnt und von ähnlicher Form, wie ich ihn vorhin von der gestreiften Hyäne beschrieben habe.

Vom *Schädel* lassen sich folgende hauptsächliche Differenzen aufführen.

Der Hirntheil des Schädels am Strandwolfe kommt zunächst mit dem der gestreiften Hyäne, der Gesichtstheil mit dem der gefleckten überein.

Der Hirnkasten des Strandwolfes ist nämlich gleich dem der gestreiften Hyäne an beiden Seiten stark comprimirt, die Scheitelleiste bildet einen hohen Kamm und wie bei dieser Art ist sie mit dem obern Theil der Hinterhauptsschuppe so weit rückwärts verlängert, dass, wie bei der Hyaena striata, das obere Ende des Hinterhaupts weit über das grosse Loch hinaus verlängert und die Fläche der Hinterhauptsschuppe dadurch ansehnlich rückwärts gekrümmt ist, während bei der gefleckten Hyäne diese Krümmung nur ganz unansehnlich gefunden wird.

Während so das Hinterhaupt des Strandwolfes mit dem der gestreiften Hyäne übereinkommt, weicht dagegen der Gesichtstheil ganz von dem dieser Art ab, und zeigt die Eigenthümlichkeiten von dem der gefleckten Hyäne, nur in noch höherem Grade. Der bei der gestreiften Art schmächtige Gesichtstheil nämlich ist bei der gefleckten beträchtlich angeschwollen und ist diess bei dem Strandwolfe noch mehr. Stirn- und Nasenbeine sind bei diesem ungleich breiter; der Jochbogen ist viel stärker, zugleich der Jochfortsatz des Schläfenbeins mehr aus- und aufwärts gekrümmt, als bei der gefleckten Hyäne, so dass in letzterer Beziehung der Strandwolf mehr mit der gestreiften Hyäne übereinstimmt.

Dem Character des Hinterhauptes gemäss kommt auch die grosse unregelmässige Pyramide, welche von der Pauke und dem an sie hinterwärts gehefteten Zitzenfortsatz des Hinterhauptbeins gebildet wird, der Hauptsache nach nicht mit der gefleckten, sondern mit der gestreiften Hyäne überein.

In diesem Theil giebt sich zwischen diesen beiden Arten eine grosse Verschiedenheit kund, die bisher nicht erwähnt worden ist. Bei der gefleckten Hyäne nämlich ist die Pauke ungleich stärker entwickelt als bei der gestreiften; die vordere Hälfte ihrer Hinterwand (grösstentheils noch vom Schläfenbein selbst gebildet) blasig aufgetrieben, während diese bei der gestreiften flach ist, mit wenig merklicher Wölbung in der Mitte. Die hintere Hälfte der Hinterwand (ganz vom Zitzenfortsatz gebildet) ist dagegen bei Hyaena striata stark, bei Hyaena crocuta nur schwach ausgehöhlt. Beim Strandwolfe ist die Bildung des gedachten Knochentheils wie bei der gestreiften Hyäne, nur dass der Eindruck auf der Hinterwand noch viel stärker ist; auch ist das Ende des Zitzenfortsatzes wie bei dieser comprimirt, und nicht gerundet wie bei der gefleckten Art.

Der Anordnung gemäss, nach welcher das Hinterhaupt des Strandwolfes dem Typus der gestreiften Hyäne conform ist, ist auch der Hintertheil des Unterkiefers mit dem von dieser Art übereinkommend, was in der Form des Kronenfortsatzes, wie insbesondere in der starken Verlängerung des Winkelfortsatzes sich ausspricht.

Wie aus dem Vorhergehenden erhellt, zeigen sich demnach an dem Schädel und Gebisse unsers Strandwolfes so viel Eigenthümlichkeiten, dass sie die Anerkennung specifischer Selbstständigkeit für denselben mit Nothwendigkeit erheischen.

Was Cuviers Angabe vom untern Reisszahne anbetrifft, so ist diese demnach dahin zu berichtigen, dass der innere Zacken der gestreiften Hyäne ihm entweder ganz abgeht, oder nur als leise Andeutung vorhanden ist. Wahrscheinlich verschwindet diese mit der stärkern Abnützung des Zahnes.

Zur schärferen Bezeichnung der bisher beschriebenen Differenzen will ich sie noch in einem numerischen Ausdrucke vorlegen:

	Hyaena striata.	Hyaena brunnea.		Hyaena crocuta.
		Nro. I. *)	Nro. II.	
Länge des Schädels vom Zahnrande des Zwischenkiefers bis zum grossen Hinterhauptsloch	7″ 7‴	8″ 5‴	8″ 0‴	8″ 2‴
Querdurchmesser zwischen den Scheitelbeinen . . .	2 2	2 2	2 3	2 7
— zwischen den Jochbögen .	5 9	6 0	5 11	5 9
— des Schnautzentheils . . .	1 10½	2 2	2 ½	2 ½

---

*) In Bezug auf den mit Nro. I. bezeichneten Schädel der Hyaena brunnea in unserer Sammlung muss ich bemerken, dass der Unterkiefer desselben nicht von dem nämlichen, sondern von einem etwas kleineren Individuum herrührt. während bei Nro. II. Schädel und Unterkiefer von einem und demselben Individuum entnommen sind.

	Hyaena striata.	Hyaena brunnea.		Hyaena crocuta.
		Nro. I.	Nro. II.	
Breite des Stirnbeins an den Orbitalstacheln	2″ 9‴	3″ 2½‴	3″ 1‴	2″ 8‴
— „ „ vor denselben	1 8	2 2	2 1	1 11
Oberer Reisszahn, Länge im Ganzen .	1 1	1 4	1 4	1 3½
— — 1. (vorderer) Zacken	0 4	0 5½	0 5½	0 3
— — 2ter Zacken . . .	0 4½	0 5	0 5	0 5½
— — 3ter „ . . .	0 4½	0 5½	0 5½	0 7
Unterer Reisszahn, Länge a. d. Basis	0 9½	0 10	0 10½	0 11½
— — „ a. d. Kammschneide	0 6	0 7	0 7½	0 9
Oberer Höckerzahn im Querdurchmess.	0 6	0 5½	0 5½	0 2
Länge des Unterkiefers vom Rande der Schneidezähne b. z. Winkelfortsatz	— —	6 6	6 11	6 6

Noch muss ich auf eine merkwürdige Eigenthümlichkeit, die sich constant an beiden Schädeln der Hyaena brunnea findet, aufmerksam machen. Obschon nämlich beide Exemplare von erwachsenen alten Thieren herrühren, so hat sich doch an ihnen die horizontale Nath, welche das Jochbein in zwei übereinanderliegende Theile absondert, erhalten; während an dem Schädel der wohl ziemlich gleichalterigen Hyaena crocuta und selbst an unsern beiden Schädeln der Hyaena striata, die von viel jüngeren Thieren abstammen, keine Spur einer solchen Nath mehr sichtlich ist.

Die Länge unseres ausgestopften Exemplares der Hyaena brunnea beträgt von der Schnautze bis zum Anfang der Schwanzwurzel in gerader Linie 3′ 8″, nach der Rückenkrümmung 4′ 1″; es ist also ein ganz erwachsenes grosses Individuum.

Erklärung der Kupfertafel.

Fig. 1. Schädel der Hyaena brunnea.
,, 2. Oberer Reisszahn der Hyaena striata } von der Aussenseite.
,, 3. ,, ,, ,, ,, crocuta }
,, 4. Unterer Reisszahn der Hyaena brunnea }
,, 5. ,, ,, ,, ,, striata } von der Innenseite.
,, 6. ,, ,, ,, ,, crocuta }
,, 7. Höckerzahn der Hyaena brunnea.
,, 8. ,, ,, ,, striata.
,, 9. ,, ,, ,, crocuta.

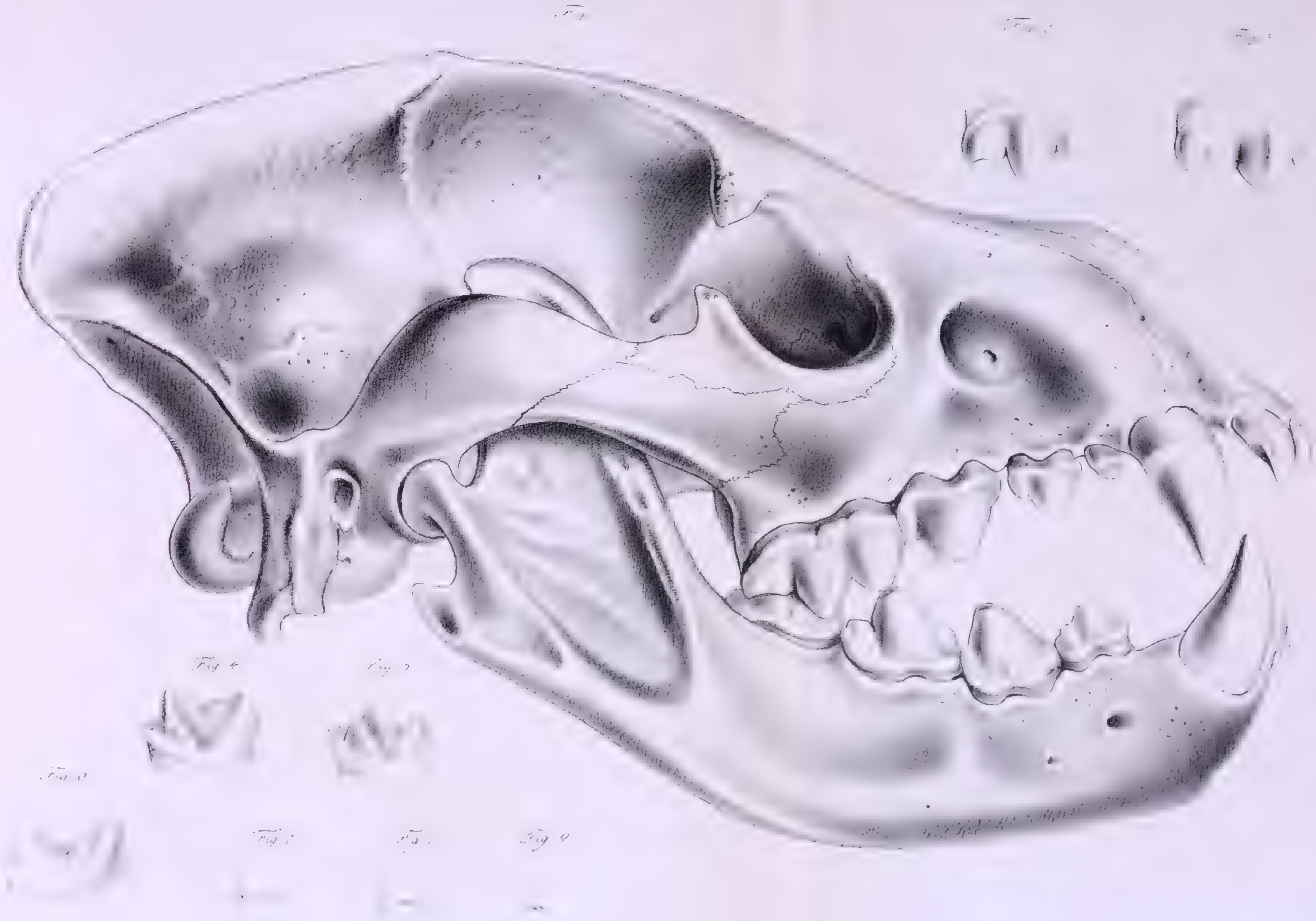


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9

Hyaena brunnea. Thunb.

Bestimmung

der

Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus

nach

absolutem Maase.

Von dem

Akademiker und Conservator Lamont.

Bestimmung
der
Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus
nach
# absolutem Maase.

Von

J. Lamont.

---

§. 1.

Den Magnetismus, wie er an Stahlstäben vorkommt, denken wir uns als bestehend aus zwei Flüssigkeiten, wovon die eine positiv, die andere negativ ist: die ungleichnamigen Flüssigkeiten ziehen sich an, die gleichnamigen stossen sich ab und zwar im geraden Verhältnisse ihrer Menge (oder Dichtigkeit) und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung. Ein Stahlstab, der nicht magnetisirt ist, enthält eine gleiche Quantität von beiden; aber beide sind in dem Stabe so vertheilt, dass sie an jedem Punkte sich das Gleichgewicht halten.

Auch nach der Operation des Magnetisirens bleibt noch die gleiche Quantität, das Gleichgewicht aber wird aufgehoben, indem der positive Magnetismus gegen das eine der negative gegen das andere Ende sich zurückzieht, und daselbst — in einer bestimmten Weise vertheilt — den Elementen des Stabs inhärirt. Die Vertheilung des Magnetismus in beiden Enden des Stabs ist in jedem einzelnen Falle wieder eine andere, so zwar, dass weder im Allgemeinen ein Gesetz, noch in einzelnen Fällen ein analytischer Ausdruck, der die Vertheilung darstellte, wohl angegeben werden kann. Dieser Umstand trägt nicht wenig dazu bei, das Problem, womit wir uns in der gegenwärtigen Abhandlung beschäftigen, verwickelt zu machen; ich hielt es desshalb für zweckdienlich, von der gewöhnlichen Darstellungsweise etwas abzuweichen, und ungefähr denselben Weg einzuschlagen, den man bei der Lehre von der Pendelbewegung befolgt. Ich führe nämlich den Begriff eines *einfachen Magnets* — analog mit dem Begriffe eines *einfachen Pendels* — ein, um erst, wenn die Verhältnisse, so wie sie sich bei einfachen Magneten gestalten, entwickelt sind, auf die in der Wirklichkeit vorkommenden complizirtern Fälle überzugehen.

Ein einfacher Magnet besteht aus zwei gleich schweren Punkten a und b (Fig. 1) durch eine Linie ohne Schwere verbunden; der ganze positive Magnetismus ($+\mu$) ist in a der ganze negative Magnetismus ($-\mu$) ist in b vereinigt. Wenn übrigens gleich *zwei* Pole dem Begriffe eines Magnets wesentlich sind, und in der Wirklichkeit immer die *zwei* Pole berücksichtiget werden müssen, so scheint es dem Zwecke einfacher Entwickelung angemessen, anfangs nur den einen Pol in Betracht zu ziehen, von dem andern aber zu abstrahiren, d. h. den Fall zu nehmen, wo die Länge des Magnets gegen die übrigen vorkommenden Maasangaben als unendlich gross zu betrachten wäre. Unter Voraussetzung dieses Falles wollen wir für magnetische Anziehung ein Maas festsetzen.

Es sey (Fig. 2) der einfache Magnet ab horizontal und habe um den Mittelpunkt c freie verticale Bewegung. Man stelle den einfachen Magnet $a'b'$ vertical auf, so, dass die Pole a und b' senkrecht über einander stehen, so werden sich diese Pole im geraden Verhältnisse ihres Magnetismus und im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernung anziehen, d. h. die Anziehung ist

$$= \frac{\mu\,\mu'}{(a\,b')^2}$$

Soll ein in a angehängtes Gewicht p dieser Anziehung das Gleichgewicht halten, so hat man

$$p = \frac{\mu\,\mu'}{(a\,b')^2}$$

und wenn μ und μ' gleich sind, ferner $p = 1$ *milligramme* und $a\,b' = 1$ *millimètre*, so werden auch $\mu = 1$ und $\mu' = 1$ seyn, d. h. in dem Pole a ebenso wie in dem Pole b' befindet sich eine Einheit magnetischer Kraft. Diese Einheit können wir mit Beziehung auf die angenommene Gewichtseinheit auch „ein *milligramme* Magnetismus“ nennen. Lassen wir dem Pole a seinen Magnetismus unverändert = 1 *milligramme* und denken uns, dass der Pol b' 2, 3, 4, . . . *milligrammes* Magnetismus bekomme, so muss das Gewicht p in gleicher Weise auf 2, 3, 4 . . . *milligrammes* vermehrt werden, damit das Gleichgewicht bleibe.

Hiemit ist die Art und Weise festgesetzt, in welcher der Magnetismus eines einfachen Magnets zu messen wäre; man hätte nämlich den zu untersuchenden Pol über dem entgegengesetzten und vertical frei beweglichen Pole eines einfachen Magnets von 1 *milligramme* Magnetismus festzustellen, dann dem beweglichen Pole so viel Gewicht anzuhängen als nöthig wäre, um Gleichgewicht zu erhalten. Das angehängte Gewicht wäre das gesuchte Maas.

Hier haben wir eine bestimmte Entfernung, nämlich 1 *millimètre* angenommen; bisweilen kommt aber die Entfernung oder überhaupt die Lage des zu messenden Magnets gar nicht in Betracht, sondern es handelt sich nur um die Anziehung, welche *an einem bestimmten Punkte* des Raumes nach einer *gegebenen Richtung* ausgeübt wird von einem irgendwo festgemachten Magnet, über dessen Verhältnisse weiter keine Bestimmungen gegeben sind. Es sey z. B. die Aufgabe, die Anziehung X (Fig. 3) zu messen, welche in dem Punkte a und in der Richtung $\alpha\beta$ von einem irgendwo in b' befindlichen magnetischen Pole ausgeübt wird. Wir bringen nach a den Pol eines einfachen Magnets von 1 *milligramme* Magnetismus, dessen Länge senkrecht auf $\alpha\beta$ sey, und von dessen andern Pol wir vorläufig gänzlich abstrahiren; wir hängen dann das Gewicht p — der Anziehung X entgegen wirkend — an, und ist damit das Gleichgewicht hergestellt, so dass der um den Mittelpunkt c frei bewegliche Magnet in Ruhe verbleibe, so hat man $p = X$, d. h. das angehängte Gewicht ist das Maas der magnetischen Anziehung X.

Hiebei lassen wir sowohl die Lage, als auch die Stärke des magnetischen Poles b' gänzlich ausser Acht, es ist auch ganz gleichgültig, ob wir einen negativen Pol in b' oder einen positiven in a' wirkend denken, oder ob wir die Wirkung von einem oder mehreren Polen ausgehend uns vorstellen.

Dieser Fall tritt bei dem Erdmagnetismus ein, den wir an jedem Punkte der Erdoberfläche in bestimmter Stärke wirkend antreffen, ohne dabei weiter von seiner Quelle irgend eine Kenntniss unmittelbar zu erhalten. Das Maas dafür geben wir in obiger Weise an, so z. B. hat der horizontale Erdmagnetismus in München 1,933, in Göttingen 1,784, in Christiania 1,547 milligrammes, d. h. wenn der horizontale Erdmagnetismus in der Richtung $\alpha\ \beta$ anzieht, so muss man dem Pole eines einfachen Magnets von 1 milligramme

Magnetismus ein Gewicht p von der angegebenen Zahl *milligrammes* anhängen, um das Gleichgewicht zu halten.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich nicht blos die Weise, in welcher die Stärke des Erdmagnetismus ausgedrückt wird, sondern auch der directe Weg, ihn zu messen. Es ist wohl möglich, dass man mit der Zeit diesem directen Wege auch in der Praxis näher kommen wird, für jetzt aber ist davon keine Rede, und wir sind darauf beschränkt, die Untersuchung auf ganz indirectem Wege zu führen, indem wir nämlich complizirte Wirkungen des Erdmagnetismus beobachten und auf die Grösse der Kraft zurückschliessen, welche diese Wirkungen hervorzubringen vermochte.

Hier begegnen wir unterdessen gleich anfangs einer Hauptschwierigkeit, in so ferne als alle Wirkungen, die wir beobachten können, von den Magneten, die wir dabei gebrauchen, und von dem Erdmagnetismus *zugleich* abhängen, mithin jede Gleichung, auf welche wir gelangen, *zwei* unbekannte Grössen enthält. Magnete von *bestimmter* Stärke zu construiren oder ihre Stärke ohne den Erdmagnetismus zu messen, dazu ist kein Mittel vorhanden. Dem Scharfsinne des verdienstvollen ***Poisson*** verdanken wir die Angabe des Weges, auf welchem diese Schwierigkeit beseitiget werden kann; er zeigte nämlich, dass es Wirkungen gebe, welche von dem ***Produkte*** des Erdmagnetismus und der Stärke des Magnets . . . μX . . ., dann Wirkungen, die von dem *Verhältnisse* oder *Quotienten* dieser beiden Grössen . . . $\frac{\mu}{X}$ . . . abhängen. Leitet man den Werth beider Ausdrücke, des Produktes und des Quotienten, aus der Beobachtung ab, so gelangt man durch Elimination von μ zu dem Werthe des horizontalen Erdmagnetismus X.

Poisson hat selbst seine Methode nicht praktisch ausgeführt, und die Ergebnisse, welche später bei absoluten Intensitätsmessungen erlangt worden sind, liefern den Beweis, dass es keine leichte Aufgabe sey, die Erfahrungsdata, deren man dabei bedarf, mit der nöthigen Schärfe zu gewinnen. Es ist meine Absicht, in der gegenwärtigen Abhandlung, einen Weg anzugeben, auf welchem man mit grösserer Genauigkeit und Leichtigkeit, als bisher geschehen ist, die eben erwähnten Erfahrungsdata praktisch erlangen könne, und zwar werde ich das Produkt . . . μX . . . durch *Schwingungs-Beobachtungen*, den Quotienten dagegen . . $\frac{\mu}{X}$ . . durch *Ablenkungs-Beobachtungen* in eigenthümlicher Weise eingerichtet, darstellen.

§. 2.

Der einfache Magnet *a b* (Fig. 4) sey an dem Faden *c d* aufgehängt, so dass er in der horizontalen Ebene *A B* um den Mittelpunkt *c* schwingen könne. Der Erdmagnetismus X wirke in der Richtung $\alpha\,\beta$, so wird der Erfolg seyn, dass der Pol *b* mit der Kraft μX parallel mit $\alpha\,\beta$ angezogen, der Pol *a* dagegen mit derselben Kraft abgestossen werden wird. Zerlegen wir diese Kräfte nach der Richtung des Magnets und senkrecht darauf, so erhalten wir (wenn wir den Winkel $b\,c\,\beta$ mit ϑ bezeichnen) erstens zwei Kräfte . . . $\mu X \cos \vartheta$ . . . wovon die eine nach *c b*, die andere nach *c a* zieht, und deren Summe also gleich $= o$ ist, zweitens zwei auf *a b* senkrechte Kräfte . . $\mu X \sin \vartheta$ . . die beide eine Bewegung gegen $\alpha\,\beta$ hervorzubringen trachten, und deren Summe $= 2\,\mu X \sin \vartheta$ ist. Dividiren wir diese Summen durch die Summe der Massen von *a* und *b* (die wir $2\,m$ nennen wollen), um diejenige Kraft zu finden, welche auf die Einheit der Masse wirkt, so erhalten wir diese Kraft $= \frac{\mu X \sin \vartheta}{m}$ und die Beschleunigung für das Zeittheilchen dt . . . $\frac{\mu X \sin \vartheta}{m}\,dt$. Setzen wir $b\,c = a\,c = r$, so ist die Geschwindigkeit dieser Punkte $= \frac{r\,d\vartheta}{dt}$ und da das Differential der Geschwindigkeit der Beschleunigung gleich seyn muss, so erhält man endlich

$$\frac{d\,(r\,d\vartheta)}{dt} = -\,\frac{\mu X \sin\vartheta}{m}\,dt\;.\;.\;(A)$$

Das zweite Glied ist negativ, weil die Kraft der Vergrösserung von ϑ entgegen wirkt.

Diese Gleichung bestimmt die Oscillations-Bewegung des Magnets. Leichter und richtiger wären wir übrigens dazu gelangt, durch Anwendung der allgemeinen, für die Bewegung geltenden Gleichung, welche, wenn m', m'', m'''. . . die bewegten Massen x', x'', x'''. . . y', y'', y''' . . . ihre Coordinaten und X', X'', X''' . . . Y', Y'', Y''' . . . die nach der Richtung dieser Coordinaten und gegen ihre Vergrösserung wirkenden Kräfte bedeuten, sich so gestaltet:

$$\left.\begin{array}{l} m'\left(\frac{d^2x'}{dt^2}-X\right)\delta x'+m''\left(\frac{d^2x''}{dt^2}-X''\right)\delta x''+m'''\left(\frac{d^2x'''}{dt^2}-X'''\right)\delta x'''+\ldots \\ +m'\left(\frac{d^2y'}{dt^2}-Y'\right)\delta y'+m''\left(\frac{d^2y''}{dt^2}-Y''\right)\delta y''+m'''\left(\frac{d^2y'''}{dt^2}-Y'''\right)\delta y'''+\ldots \end{array}\right\}=o\ldots(B)$$

Für unsern Fall, wo nur zwei Punkte m und m' (a und b) vorhanden sind, und die nach x' ($c\beta$) wirkende Kraft für die Einheit der Masse $= -\,\frac{\mu X}{m'}$, die nach x'' ($c\alpha$) wirkende Kraft $= +\,\frac{\mu X}{m''}$ ferner $Y' = o$, $Y' = o$ ist, verwandelt sich die Formel in

$$m'\left(\frac{d^2x'}{dt^2}+\frac{\mu X}{m'}\right)\delta x'+m''\left(\frac{d^2x''}{dt^2}-\frac{\mu X}{m''}\right)\delta x''+m'\,\frac{d^2y'}{dt^2}\,\delta y'+m''\,\frac{d^2y''}{dt^2}\,\delta y''=o$$

oder, da wir die Massen von a und b als gleich angenommen, und oben bereits mit m bezeichnet haben, auch nach den oben festgesetzten Bedingungen $x' = x$, $x'' = -\,x$ und $y' = y$, $y'' = -\,y$ seyn wird,

$$\left(\frac{d^2 x}{dt^2}+\frac{\mu X}{m}\right)\delta x+\frac{d^2 y}{dt^2}\delta y=o$$

Da $x^2+y^2=r^2$ und $\delta r=o$ ist, so hat man $\delta y=-\frac{x}{y}\delta x$ und somit

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\mu X}{m}-\frac{d^2y}{dt^2}\frac{x}{y}=o \text{ oder } \frac{yd^2x-xd^2y}{dt^2}=-\frac{\mu X}{m}y$$

Nach der Substitution von $r\cos\vartheta$ für x und $r\sin\vartheta$ für y wird diese Gleichung mit der oben gefundenen . . *(A)* . . . identisch.

Setzt man in der Gleichung . . *(A)* . . anstatt des Sinus von ϑ den Bogen, so lässt sich die Integration ohne Schwierigkeit ausführen, und man hat:

$$\vartheta=A\sin\left(t\sqrt{\frac{\mu X}{mr}}+B\right)$$

wo A und B Constanten sind. Der äusserste positive und negative Werth von ϑ seyen $+\alpha$ und $-\alpha$ und die Zeit, welche der Magnet braucht, um von $+\alpha$ nach $-\alpha$ zu kommen, sey $=T$, d. h. T bedeute die Oscillations-Dauer, so hat man

$$+\alpha=A\sin\left(t\sqrt{\frac{\mu X}{rm}}+B\right) \text{ und } -\alpha=A\sin\left(t\sqrt{\frac{\mu X}{rm}}+T\sqrt{\frac{\mu X}{rm}}+B\right)$$

woraus folgt $T\sqrt{\frac{\mu X}{rm}}=\pi$ oder $\mu X=\frac{\pi^2 mr}{T^2}$ . . . . *(I)*.

Man erlangt also durch die Schwingungsdauer eines Magnets eine sehr einfache Bestimmung des Erdmagnetismus; allein die Formel enthält noch die unbekannte Grösse μ, welche durch eine zweite Gleichung eliminirt werden muss. Diese zweite Gleichung wird durch Ablenkungs-Versuche gewonnen. Wir legen nämlich den Magnet ab (Fig. 5), dessen Schwingungsdauer eben bestimmt worden, auf die horizontale Ebene AB, worin ein zweiter Magnet $a'b'$, an einem Faden $d'c'$ aufgehängt, sich frei bewegt. Dabei werden die Verhältnisse so gewählt, dass der Magnet ab gegen die Mitte

c' des freien Magnets gerichtet sey, während der letztere einerseits von dem Erdmagnetismus X gegen die Linie $\alpha\beta$, andererseits durch die Kraft des Magnets ab gegen ac' hingezogen, in einer Mittelrichtung verbleibt, welche *senkrecht* auf ac' sey. Diese Bedingung ist immer leicht zu erfüllen, da man die Entfernung bc' ändern, mithin die Kraft des Magnets ab und die dadurch hervorgebrachte Ablenkung $b'c'\beta = \varphi$ nach Belieben grösser oder kleiner machen kann.

Betrachten wir nun die Kräfte, welche auf den Magnet $a'b'$ wirken. Der Erdmagnetismus X zieht den Pol b' mit der Kraft μX parallel mit der Richtung $c'\beta$ und stösst den Pol a' mit derselben Kraft ab, parallel mit der Richtung $c'\alpha$. Beide Kräfte suchen den Winkel φ zu vermindern, und wenn man sie in andere Kräfte *parallel* mit $a'b'$ und *senkrecht* darauf zerlegt, so heben sich die parallelen Kräfte auf, die senkrechten sind $= 2\mu' X \sin\varphi$ und üben ein Drehungs-Moment $= 2\mu' X r' \sin\varphi$ aus, wenn $c'b' = r'$ gesetzt wird.

Indem der Pol a den Pol b' anzieht, und den Pol a' abstösst, geht seine Einwirkung dahin, den Winkel φ zu vergrössern; die Kräfte nach ab' und aa' wirkend sind $+\frac{\mu\mu'}{ab'^2}$ und $+\frac{\mu\mu'}{aa'^2}$. Zerlegt man sie nach $a'b'$ und senkrecht auf diese Richtung, so heben sich die nach $a'b'$ wirkenden Kräfte auf, die senkrechten Kräfte geben aber

$$\frac{\mu\mu'}{aa'^2}\cdot\frac{ac'}{aa'}+\frac{\mu\mu'}{ab'^2}\,\frac{ac'}{ab'} \text{ oder } \frac{2\mu\mu'}{aa'^3}\,ac'.$$

Die Wirkung des Poles b ist der Wirkung des Poles a in so ferne entgegengesetzt, als sie den Winkel φ zu vermindern strebt. Führen wir die Rechnung in derselben Weise, wie für den Pol a, so erhalten wir als Resultat eine senkrecht auf $a'b'$ wirkende Kraft

$= -\frac{2\mu\mu'}{a'b^3}bc'$. Die vollständige Einwirkung des Ablenkungsmagnets auf den freien Magnet $a'b'$ ist demnach $2\mu\mu'\left(\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3}\right)$ und das Drehungs-Moment $= 2\mu\mu'r'\left(\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3}\right)$. Soll nun der freie Magnet $a'b'$ in Ruhe verbleiben, so hat man die Gleichung

$$2\mu\mu'r'\left(\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3}\right) = 2\mu'Xr' \sin\varphi \text{ oder}$$

$$\frac{\mu}{X} = \frac{\sin\varphi}{\left(\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3}\right)} \cdots\cdots \text{(II)}.$$

Es ist zweckmässig, die Grösse $\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3}$ durch r, r' und $cc' = e$ auszudrücken und in eine nach den negativen Potenzen von e geordnete Reihe aufzulösen, wobei vorausgesetzt wird, dass e gegen r und r' sehr gross sey. Wir haben demnach $ac = e - r$, $bc' = e + r$, $aa' = \sqrt{r'^2 + (e-r)^2}$, $a'b = \sqrt{r'^2+(e+r)^2}$ wornach

$$\frac{ac'}{aa'^3}-\frac{bc'}{a'b^3} = \frac{4r}{e^3}\left(1+\frac{2r^2-3r'^2}{e^2} - \dots\right)$$

Die Gleichung (II) erhält zuletzt diese Form:

$$\frac{\mu}{X} = \frac{1}{4}\frac{e^3\sin\varphi}{r} \cdot \frac{1}{1+\frac{2r^2-3r'^2}{e^2} - \dots}$$

Eliminiren wir μ vermittelst der Gleichung (I), so erhalten wir

$$X^2 = \frac{4\pi^2\, mr^2}{T^2 e^3 \sin\varphi}\left(1+\frac{2r^2-3r'^2}{e^2} - \dots\right)$$

Wir können, um der gewöhnlichen Form näher zu kommen, das *Trägheits-Moment* des Magnets ab einführen, welches der Summe der Massentheile, multiplicirt mit dem Quadrate ihrer Entfernung vom Mittel gleich ist. Nennen wir das Trägheits-Moment K, so ist $K = 2mr^2$ und

$$X = \frac{\pi}{T\sqrt{\sin\varphi}}\sqrt{\frac{2K}{e^3}\left(1 + \frac{2r^2 - 3r'^2}{e^2} - \cdot\cdot\right)} \cdots (III).$$

Auf solche Weise sind wir im Stande, so bald die Schwingungsdauer eines Magnets und der Winkel, um welchen er einen andern Magnet vom Meridian ablenkt, aus der Beobachtung bekannt sind, die Intensität des horizontalen Erdmagnetismus zu berechnen; wir erhalten sie ausgedrückt durch die Zahl von *milligrammes*, die man dem einen Pole eines einfachen Magnets von einem *milligramme* Magnetismus anhängen müsste, um das Gleichgewicht mit dem Erdmagnetismus, wenn er nach entgegengesetzter Richtung zöge, zu halten. Dabei setzen wir voraus, dass die Zeit in Sekunden, die Längen in *millimètres* und das Gewicht in *milligrammes* ausgedrückt sey*).

---

*) Es ist sehr zu bedauern, dass man vom Anfange nicht darauf bedacht war, die magnetische Intensität durch andere in der Natur vorkommende Grössen auszudrücken und dadurch die Verschiedenheit der Bestimmungen und die Nothwendigkeit vielfacher Reduction zu beseitigen, welche ans dem Gebrauche willkürlicher Maaseinheiten hervorgeht, und welche wir in den übrigen Theilen der Physik mit Recht so sehr beklagen.

Bei den Intensitätsmessungen in Deutschland hat man bisher als Einheiten 1 millimètre, 1 milligramme und 1 Sekunde angenommen; in den englischen Observatorien werden als Einheiten 1 Grain, 1 englischer Fuss und 1 Sekunde gebraucht; andere Maase und Gewichte werden bald anderwärts in Anwendung kommen. Wie nahe wäre es gelegen, als Maas der magnetischen Kraft ihr Verhältniss zu der Gravitation an der Oberfläche der Erde einzuführen? Nennen wir die Gravitation am Aequator $= g$, die Länge des Sekundenpendels daselbst λ, das Gewicht einer Kubikeinheit distillirten Wassers δ, und nehmen den Tag als Zeiteinheit an, wobei T in Sekunden ausgedrückt seyn soll, so haben wir

Indem wir die Methode, welche zur Messung der absoluten horizontalen Intensität dient, mit einfachen Magneten durchgeführt haben, war es die Absicht einerseits, eine deutliche Darstellung der wesentlichen Momente des Verfahrens zu geben, andererseits einfache und scharf begrenzte Begriffe aufzustellen, von denen man ohne Schwierigkeit auf die in der Natur vorkommenden Fälle übergehen kann. Dieser Uebergang wird darin bestehen, dass wir einen Magnetstab als aus unendlich vielen magnetischen Polen bestehend zu betrachten haben, wovon jeder einzelne wie der Pol eines einfachen Magnets wirkt, und deren Gesammtwirkung zu bestimmen, nun die Aufgabe ist. Es sey der Punkt o in dem Magnetstab AB (Fig. 6) durch die Coordinaten x, y, z bestimmt, und die magnetische Kraft in diesem Punkte sey eine Function der Coordinaten $f(x, y, z) = V$, so dass V die Kraft bedeute, welche der Einheit der Masse zukommt; denken wir uns dann den Magnetstab als aus unendlich vielen Elementen bestehend, und bezeichnen wir das Element, welchem die Coordinaten x, y, z zukommen, mit dm, so haben wir die magnetische Kraft dieses Elementes $= Vdm$. Die Summe aller solcher Kräfte ist der Kraft des Magnets gleich. Wir werden nun mit Anwendung dieser Vorbegriffe für die Schwingungen und Ablenkungen der Magnetstäbe die Gesetze entwickeln, deren wir zur Intensitäts-Bestimmung bedürfen.

§. 3.

Es sey AB (Fig. 7) ein Magnetstab horizontal an dem Faden f hän-

---

$$\frac{X}{g} = \frac{86400''}{\pi\lambda\sqrt{\delta}} \cdot \frac{\sqrt{2K\left(1+\frac{2r-3r'}{e^2}-.\right)}}{T\sqrt{e^3 \sin\varphi}},$$

wobei es ganz gleichgültig ist, welche Maase und Gewichte gebraucht werden.

gend, und mit dem Spiegel *s* versehen. Bezeichnen wir die Coordinaten des Punktes *o* mit x, y, z, wobei wir die x als parallel mit dem magnetischen Meridian $\alpha\beta$ und den Anfangspunkt der Coordinaten in dem Mittelpunkte (durch welchen zugleich die Schwingungs-Axe geht) annehmen, so ist die Kraft, womit der Punkt *o* durch den Erdmagnetismus angezogen wird, nach der Richtung der $x = VX$, nach der Richtung der y und z aber $= o$; mithin erhält die Gleichung *A* für diesen Fall folgende Gestalt:

$$\Sigma \left[\left(\frac{d^2x}{dt^2} + VX \right) dm\,\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\, dm\,\delta y \right] = o$$

Die Summation Σ bezieht sich auf die Elemente des Magnets und des damit in Rechnung kommenden Aufhang-Apparates. Zuvörderst haben wir $x^2 + y^2 = r^2$, welche Grösse unter den Bedingungen, die bei oscillirenden Magnetstäben statt finden, in Beziehung auf die Zeit constant seyn wird. Daraus folgt $\delta y = -\frac{x\delta x}{y}$, dann erhält die obige Gleichung die Form:

$$\Sigma \frac{yd^2x - xd^2y}{dt^2}\, dm = \Sigma XVydm.$$

Wir müssen zuerst neue Coordinaten einführen, nämlich x', y', z', die mit dem Magnet verbunden sind; dabei nehmen wir an, dass der Anfangspunkt der Coordinaten unverändert bleibe: die Axe der x mit der magnetischen Axe des Stabs *ab* zusammenfalle, und der Winkel zwischen x und x' mit ϑ bezeichnet werde.

Hiernach haben wir

$$z = z'$$
$$y = x' \sin\vartheta + y' \cos\vartheta$$
$$x = x' \cos\vartheta - y' \sin\vartheta$$

daraus

$$\frac{yd^2x - xd^2y}{dt^2} = \frac{r^2 d^2\vartheta}{dt^2}$$

und

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2}\,\Sigma r^2 dm = -\,\Sigma XV(x'\sin\vartheta + y'\cos\vartheta)$$
$$= -\,X\sin\vartheta\,\Sigma x'Vdm - X\cos\vartheta\,\Sigma y'Vdm.$$

Der Ausdruck $\Sigma r^2\,dm$ oder die Summe der Theilchen des Magnets und Aufhäng-Apparats multiplizirt mit dem Quadrate ihrer Entfernungen von der Schwingungs-Axe ist, was wir das Trägheits-Moment nennen. Wir haben es bereits oben mit K bezeichnet.

Der Ausdruck $\Sigma x'Vdm$ ist die Summe des in jedem Element enthaltenen Magnetismus, multiplizirt mit der Entfernung dieses Elements vom Drehungspunkte (Mittelpunkte); diese Summe heisst, analog mit dem ähnlichen Ausdrucke in der Statik, *magnetisches Moment* des Stabs und wird mit M bezeichnet. Was die Summe $\Sigma y'Vdm$ betrifft, so wird sie, wenn der Magnetismus symmetrisch in dem Stabe vertheilt ist $= o$ seyn: wir wollen sie allgemein $= N$ setzen. Da es, wie aus den weitern Entwicklungen hervorgehen wird, in jeder Hinsicht zweckmässig ist, die Schwingungsweite immer klein zu halten, so darf man $\sin\vartheta = \vartheta$ und $\cos\vartheta = 1$ setzen, hiernach ist

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = -\frac{M}{K}\left(\vartheta - \frac{N}{M}\right)$$

woraus durch Integration hervorgeht

$$\vartheta + \frac{N}{M} = A\sin\left(t\sqrt{\frac{MX}{K}} + B\right)$$

wo A und B Constanten sind. Wenn T die Schwingungsdauer ist, so haben wir hier analog mit Gleichung (I)

$$MX = \frac{K\pi^2}{T^2}\;\ldots\;(IV)$$

Dieser Ausdruck ist von N, also von der unsymmetrischen Vertheilung des Magnetismus im Stabe unabhängig.

Es wird hier nicht überflüssig seyn, die Aenderung der Schwingungszeit zu untersuchen, welche erfolgen würde, wenn man grössere Schwingungsbogen beobachten wollte, blos mit dem Zwecke zu bestimmen, wie weit man gehen dürfte, bis die Schwingungsweite merklichen Einfluss auf die Dauer der Schwingungen hat. Wir setzen dabei $N = o$ und haben dann

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} = -\frac{MX}{K}\sin\vartheta$$

Das erste Integral ist

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = 2\,\frac{MX}{K}(\cos\vartheta - \cos\alpha)$$

wobei die durch die Integration eingeführte Constante α die Schwingungsweite oder den grössten Werth von ϑ bedeutet. Entwickelt man die Sinusse nach Potenzen der Bogen, so ist

$$dt = \frac{d\vartheta}{\sqrt{\frac{MX}{K}}\sqrt{a^2 - \vartheta^2 - \frac{1}{12}(\alpha^4 - \vartheta^4) - \ldots}} = \frac{d\vartheta\,(1 + \frac{1}{24}(\alpha^2 + \vartheta^2)}{\sqrt{\frac{MX}{K}}\sqrt{\alpha^2 - \vartheta^2}}$$

Daraus ergibt sich die dem Schwingungsbogen α zugehörige Schwingungsdauer, die wir t nennen

$$t = \pi\sqrt{\frac{K}{MX}}\left(1 + \frac{\alpha^2}{16}\right)$$

Man sieht, dass die Schwingungsdauer etwas grösser ausfällt, wenn man den Magnet weiter ausschwingen lässt, und zwar wird die Schwingungsdauer um den $\frac{1}{100000}$ten Theil vergrössert, wenn der Stab 44′ beiderseits von der Mittellinie ausschwingt, und um den $\frac{1}{1000000}$sten Theil, wenn der Ausschlag 14′ beträgt. Um die Beobachtung der Durchgänge gehörig vornehmen zu können, braucht man den Magnet nie mehr als 10′ ausschwingen zu lassen, so dass es bei gehöriger Einrichtung der Beobachtungen nie nothwendig seyn wird, den Einfluss der Schwingungsweite auf die Dauer der Schwingungen in Rechnung zu nehmen. Bei der Beobachtung selbst ist es aber nothwendige Bedingung, dass man den Magnet sorgfältig einschliesse und vor der sonst immer eintretenden Störung durch Luft-Oscillationen gehörig verwahre.

Die eben gefundene Gleichung . . (IV) . . gibt das Produkt des Erdmagnetismus in das magnetische Moment des Stabs. Wir haben nun durch Ablenkungs-Versuche den Quotienten beider Grössen darzustellen. Wenden wir unter analogen Verhältnissen, wie in §. 2. den Magnet ab (Fig. 8), nachdem seine Schwingungsdauer bestimmt worden, zur Ablenkung eines andern Magnets $a'b'$ an, und betrachten die Anziehung zweier Elemente in o und o' auf einander, so erhalten wir dafür, wenn die Elemente mit dm und dm' und der Magnetismus derselben mit Vdm und $V'dm'$, ferner ihre Entfernung mit ρ bezeichnet wird, den Ausdruck $\frac{VV'dmdm'}{\rho^2}$. Setzen wir für beide Magnete den Anfang der Coordinaten in den Mittelpunkten c und c', und nennen die Coordinaten von o . . . x, y, z, jene von o' . . . x', y', z', so zwar, dass x, x' mit den magnetischen Axen parallel und horizontal, z, z vertical seyen, so haben wir, wenn $cc' = e$ gersetzt wird

$$\rho = \sqrt{(e + y' - x)^2 + (x' - y)^2 + (z' - z)^2}$$

Zerlegen wir die Kraft $\frac{VV'\,dm\,dm'}{\rho^2}$ in drei andere Kräfte, den Axen der x', y', z' parallel wirkend, so wird nur eine davon, nämlich diejenige, welche nach y' wirkt, auf die Drehung im horizontalen Sinne Einfluss haben; nur diese kommt im gegenwärtigen Falle in Betracht. Der Ausdruck dafür ist

$$\frac{VV'\,dmdm'}{\rho^2} \cdot \frac{e + y'}{\rho}$$

Das Moment dieser Kraft in Bezug auf die verticale durch c' gehende Axe ist $\frac{VV'\,dmdm'}{\rho^2}\;\frac{e + y'}{\rho}\;x'$ und das totale Drehungs-Moment, welches von dem Magnet *ab* auf *a'b'* ausgeübt wird, erhalten wir, wenn wir diesen Ausdruck für die ganze Ausdehnung beider Magnete integriren, also

$$= \Sigma\Sigma \frac{VV'dm\,dm'}{\rho^3}(e+y')x'$$

Dieses Drehungs-Moment strebt den Winkel $b'c'\beta = \varphi$ zu vergrössern, der Erdmagnetismus dagegen sucht den Winkel φ zu vermindern, und zwar ist die Kraft für den Punkt $o' = XV'dm'$ und nach der Richtung der x' zerlegt $= X'V'dm \sin\varphi$. Diese letztere übt das Drehungsmoment $XV'dm' \sin\varphi \,.\, x'$, also für den ganzen Magnet *a'b'* das Drehungsmoment

$$\Sigma XV'dm'x' \sin\varphi \text{ oder } X\sin\varphi\,\Sigma V'x'dm'$$

aus. Soll nun keine Bewegung statt finden, so müssen die beiden Drehungsmomente gleich seyn, also

$$\Sigma\Sigma \frac{VV'dmdm'}{\rho^3}(e+y')x' = X\sin\varphi\,\Sigma Vx'dm'$$

Wir haben nun $\frac{1}{\rho^3}$ in eine Reihe von der Form

$$\frac{A}{e^3} + \frac{B}{e^4} + \frac{C}{e^5} + \cdots$$

zu entwickeln und die Integration auszuführen.

In Beziehung auf die letztere Operation ist aber Folgendes zu bemerken.

Wenn die Stäbe regelmässig gefertigt sind, und der Magnetismus in denselben symetrisch in Beziehung auf y, z, y', z', vertheilt ist, so werden

$$\Sigma yVdm,\ \Sigma y^2Vdm,\ \Sigma y^3Vdm\ \ldots$$
$$\Sigma zVdm,\ \Sigma z^2Vdm,\ \Sigma z^3Vdm\ \ldots$$
$$\Sigma y'V'dm',\ \Sigma y'^2V'dm',\ \Sigma y'^3V'dm'\ \ldots$$
$$\Sigma z'V'dm',\ \Sigma z^{2\prime}V'dm',\ \Sigma z'^3V'dm'\ \ldots$$

alle $= o$ seyn, weil es jedesmal vier Punkte gibt, denen dasselbe y und V entsprechen, und zwar $+ y$ und $- y$ bei $+ V$ und $+ y$ und $- y$ bei $- V$, und so auch für die übrigen.

Wäre aber auch die Gestalt der Magnete und die Vertheilung des Magnetismus nur näherungsweise symmetrisch, so würde durch die Annahme, dass die obigen Integrale verschwinden, kein erheblicher Fehler veranlasst werden, weil y, z, y', z' in Beziehung auf die Länge der Magnete und die Entfernung ihrer Mittelpunkte .. e .. immerhin kleine Grössen seyn werden.

Die Integrale $\Sigma Vx\,dm$, $\Sigma V'x'\,dm'$ sind die magnetischen Momente der beiden Magnete; wir werden sie dem Obigen gemäss M und M' nennen. Desgleichen wollen wir setzen

$$\Sigma Vx^3 dm = M_3,\ \Sigma Vx^5 dm = M_5 \ldots\ldots$$
$$\Sigma V'x'^3 dm' = M'_3,\ \Sigma V'x'^5 dm' = M'_5 \ldots$$

Bei symmetrischer Vertheilung des Magnetismus werden

$$\Sigma Vx^2 dm,\ \Sigma Vx^4 dm \ldots\ldots$$
$$\Sigma V'x'^2 dm',\ \Sigma V'x'^4 dm' \ldots\ldots$$

$= o$ seyn. Wir werden diess auch bei den folgenden Entwicklungen voraussetzen, und bemerken zugleich, dass eine Abweichung von der symmetrischen Vertheilung, welche bedeutend genug wäre, um die Entwickelungen unrichtig zu machen, wohl niemals vorkomme, ausser wenn man absichtlich durch ein besonderes Verfahren beim Magnetisiren solche Abnormität hervorruft, dass übrigens ein Mittel später angegeben werden wird, um unsymmetrische Vertheilung des Magnetismus in den Stäben, wodurch sie überhaupt zu Intensitäts-Bestimmungen unbrauchbar werden, zu erkennen.

Nehmen wir nun mit Berücksichtigung dieser Bedingungen die Entwicklung und Integration der obigen Gleichung vor, so fallen alle Glieder, die y, y', z, z' enthalten, aus, und wir dürfen schon von vorneherein diese Grössen $= o$ setzen, alsdann haben wir

$$X \sin\varphi \, \Sigma V' x' dm' = \Sigma\Sigma V V' dm dm' \frac{(e-x)x'}{([e-x]^2 + x'^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \Sigma\Sigma V V' dm dm' \frac{x'}{(e-x)^2} \left(1 + \frac{x'^2}{(e-x)^2}\right)^{-\frac{3}{2}}$$

oder

$$X M' \sin\varphi = \frac{2MM'}{e^3} + \frac{4M_3M' - 6MM'_3}{e^5} + \frac{6M_5M' - 30M_3M'_3 + \frac{45}{4}MM'_5}{e^7} + \ldots$$

Setzen wir zur Abkürzung

$$2\frac{M_3}{M} - 3\frac{M'_3}{M'} = p$$

$$3\frac{M_5}{M} - 15\frac{M_3M'_3}{MM'} + \frac{45}{8}\frac{M'_5}{M'} = q$$

so haben wir

$$\frac{M}{X} = \tfrac{1}{2} e^3 \sin\varphi \frac{1}{1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4} + \ldots} \quad \ldots (V.)$$

Diess ist die Endgleichung, welche wir brauchen: eliminiren wir M vermittelst der Gleichung (IV), so ergibt sich

$$X^2 = \frac{2\pi^2 K}{T^2 e^3 \sin\varphi}\left(1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4} + \ldots\right) \ldots (VI).$$

In dieser Gleichung kommen einige Grössen vor, welche näherer Bestimmung bedürfen.

§. 4.

Zuerst muss das Trägheits-Moment des Ablenkungs-Magnets $K = \Sigma r^2 dm$ mit grosser Sorgfalt bestimmt werden.

Diese Bestimmung kann auf zweierlei Weise geschehen, indem man entweder die angezeigte Integration durchführt, vorausgesetzt, dass der Magnet hinreichend homogen und regelmässig gearbeitet ist, oder indem man ihn in Verbindung mit einem Körper, dessen Moment bekannt ist, schwingen lässt. Setzt man die Dichtigkeit des Magnets, der in allen Theilen gleichmässig seyn soll, $= \varrho$ und die Coordinaten eines Punktes x, y, z vom Mittelpunkte aus gerechnet, so hat man

$$r^2 = x^2 + y^2, \; dm = \varrho dxdydz$$

mithin

$$K = \varrho \iiint (x^2 + y^2) dxdydz$$

Ist der Magnet ein Parallelipipedum, dessen Länge a, Breite b, Dicke c heisse, so hat man

$$K = \tfrac{1}{12}(a^2 + b^2) abc\varrho = \tfrac{1}{12}(a^2 + b^2) P,$$

wenn man das Gewicht mit P bezeichnet.

Unterdessen reicht diese Methode bei kleinen Magneten wohl niemals aus, weil kleine Ungleichheiten der Form und innern Beschaffenheit schon bedeutenden Einfluss auf die Werthbestimmung haben; man muss desshalb bei genauen Messungen stets die zweite Methode anwenden.

Zwar kann man hiebei Körper von beliebiger Form gebrauchen, vorausgesetzt, dass man deren Trägheits-Moment aus den Dimensionen zu bestimmen im Stande sey; hiedurch wird aber die Wahl sehr beschränkt, so zwar, dass in der Praxis wohl nur eine einzige Form vortheilhafte Bestimmung gewährt, nämlich die eines Ringes (Fig. 9).

Keine andere Form kann so genau mechanisch hergestellt werden, auch bei keiner Form hat eine ungleiche innere Beschaffenheit so wenig Einfluss.

Ist die Schwingungsdauer des (Fig. 7) aufgehängten Magnets bestimmt und $= T$ gefunden worden, so hat man

$$MX = \frac{\pi^2 K}{T^2}$$

Legt man nun den Ring in der (Fig. 9) angezeigten Weise auf den Magnet und bestimmt wiederum die Schwingungsdauer, die wir T' nennen wollen, so hat man

$$MX = \frac{\pi^2 (K+R)}{T'^2},$$

wenn R das Trägheits-Moment des Ringes bedeutet.

Aus den zwei Gleichungen ergibt sich

$$K = \frac{R}{\frac{T'^2}{T^2} - 1}$$

Um R zu bestimmen, denke man sich eine horizontale Ebene, die den (horizontal liegenden) Ring in der Mitte durchschneidet, so dass die eine Hälfte oberhalb, die andere unterhalb der Ebene sich befinde. Der Anfangspunkt der Coordinaten liege da, wo die Schwingungsaxe (zugleich die Axe des Ringes) diese Ebene durchschneidet: die Coordinaten seyen x, y und z und man setze $x = r \cos \varphi$ $y = r \sin \varphi$ und die Dichtigkeit $= q$, so hat man

$$dm = q\,dz\,r\,dr\,d\varphi$$

mithin

$$R = \iiint r^3 q\,dr\,d\varphi\,dz$$

Eine nothwendige Bedingung ist, dass jeder verticale Durchschnitt des Rings durch vier *gerade* Linien begrenzt sey, und diese Bedingung lässt sich auch mechanisch erreichen.

Nimmt man zuvörderst q als constant an, und integrirt die Gleichung für K in Beziehung auf φ und r und zwar von $\varphi = 0$ bis

$\varphi = 2\pi$ und von $r = r_1$, bis $r = r_2$, wo r_1, und r_2 den der Ordinate z entsprechenden innern und äussern Halbmesser des Ringes bedeuten, so erhält man

$$R = \tfrac{1}{2}\pi q \int (r_2{}^4 - r_1{}^4)\, dz.$$

Wenn die äussere und innere Wand des Ringes nicht senkrecht und parallel sind, so kann man setzen

$$r_1 = \varrho + \alpha z, \quad r_2 = \varrho' + \alpha' z$$

wo ϱ und ϱ' die mittlern Halbmesser bedeuten, und α und α' jedenfalls (wenn der Ring nur mit mässiger Sorgfalt gefertiget ist) so klein seyn werden, dass man ihre Quadrate und höhern Potenzen vernachlässigen kann. Unter dieser Bedingung gelangt man endlich zur Gleichung

$$R = \tfrac{1}{2}\pi(\varrho'^4 - \varrho^4)\, qc$$

wo c die Dicke des Ringes bedeutet. Setzt man die Masse (das Gewicht) des Rings $= p$, so ist $p = \pi\ (\varrho'^2 - \varrho^2)\, qc$, mithin

$$R = \tfrac{1}{2}\ (\varrho'^2 + \varrho^2)\ p.$$

Wäre die obere und untere Fläche des Rings (die zwei auf der Drehungsaxe senkrechten Flächen) nicht genau parallel, so würde dieses, falls die Abweichung nicht bedeutend ist, auf das Trägheits-Moment keinen Einfluss haben. Es ist aber nothwendig, dafür Sorge zu tragen, dass die Abweichung nicht bedeutend werde, weil man sonst die Durchmesser unrichtig erhält.

Ist der Ring nicht homogen, also q eine veränderliche Grösse, so muss dieses bei der Integration des Ausdruckes für R berücksichtiget werden: unterdessen wird man gleich bemerken, dass unter den möglicher Weise zu erwartenden Gesetzen der Dichtigkeit die wenigsten auf das Trägheits-Moment einen merklichen Einfluss haben. Jedenfalls wird man für den Ring eine Materie wählen, bei welcher Unregelmässigkeiten am wenigsten zu erwarten sind; somit wird der gewöhnliche oder wahrscheinlichste Fall seyn, dass die Dichtigkeit nach der einen oder andern Richtung für die *ganze* Ausdehnung des Ringes zunimmt. Geht nun die Zunahme in verticalem oder horizontalem Sinne, so wird dadurch der Werth von R keine Aenderung erleiden; bloss für den auf keine Weise wahrscheinlichen Fall, wenn die Dichtigkeit eine Function von r wäre, würde die Vernachlässigung dieses Umstandes bei Berechnung des Trägheits-Moments einen Fehler zur Folge haben, dessen Betrag man auf folgende Weise schätzen kann. Setzt man

$$\varrho = 1,\ \varrho' = 1 + \delta\varrho,\ r = 1 + x,\ q = q'\,(1 + \alpha x + \beta x^2 + \gamma x^3 \ldots)$$
$$R' = \tfrac{1}{2}(\varrho'^2 + \varrho^2)\,p,$$

so hat man

$$R = R'(1 + \tfrac{1}{6}\alpha\delta\varrho^2 - \tfrac{1}{2}(\alpha - 2\beta + \alpha^2)\delta\varrho^3 - \tfrac{1}{60}(3\alpha - 10\alpha^2 - 15\alpha^3 + 50\alpha\beta - 24\beta - 54\gamma)\delta\varrho^4 \ldots)$$

Wählt man vortheilhafte Verhältnisse, so dass $\varrho' - \varrho$ nahe $= \frac{1}{10}\varrho$ und $\frac{T'^2}{T^2} - 1$ etwa 15 betrage, so erhält man auch, wenn die Dichtigkeit in der Breite des Ringes um $\frac{1}{10}$ sich ändert, gleichmässig von Innen nach Aussen zunehmend, den Werth von K nur um seinen 1000sten Theil unrichtig.

Man kann hieraus schliessen, dass Ringe von Glas, Messing und andern Materien, denen eine eben so gleichmässige innere Structur, wie man sie bei den eben genannten Körpern gewöhnlich findet, zukommt, als homogen angenommen werden dürfen. Uebrigens ist man immer im Stande, über die innere Beschaffenheit eines Ringes nähere Bestimmung zu erhalten, indem man ihn (Fig. 10), mit einem Spiegel s versehen, an einem Stahldrath dd vertical schwingen lässt, und die Schwingungsdauer bestimmt, wenn verschiedene Theile der Peripherie in die verticale Linie nach a gebracht werden. Praktisch ist jedoch das Bedürfniss solcher Untersuchung so wenig wesentlich, dass die weitere Entwickelung des eben angedeuteten Verfahrens füglich hier unterbleiben kann. Bei den Messungen selbst ist es aus andern Gründen immer nöthig *mehrere* Ringe zu haben, und die Resultate zu vergleichen, wobei ein unbrauchbarer Ring leicht erkannt werden kann.

Bei der oben entwickelten Methode zur Bestimmung der magnetischen Intensität wird, vorausgesetzt, dass zum Behufe der Ablenkungen, der Ablenkungs-Magnet senkrecht auf die Richtung des abgelenkten gestellt werde. Da dieser Bedingung wohl nie streng genügt wird, so haben wir den hieraus entstehenden Fehler zu bestimmen.

Es sey (Fig. 11) ab ein ablenkender, $a'b'$ ein abgelenkter Magnet, AB eine Linie, welche durch ihre Mittelpunkte geht, $\alpha\beta$ der magnetische Meridian. Die Nordpole der Magnete sollen mit der Linie AB die Winkel ψ und ψ' machen; der Ablenkungs-Winkel sey φ.

Die Anziehung der Elemente dm und dm', die sich in o und o' befinden, wird nach §. 2. seyn

$$-\frac{VV'\,dm\,dm'}{oo'^2}$$

und das Drehungs-Moment, welches diese Kraft auf den Magnet $a'b'$ ausübt, ist

$$-\frac{VV'\,dm\,dm'}{oo'^2}\cdot\frac{of}{oo'}\cdot o'c$$

Nun ist aber, wenn man $cc' = e$, $oc = r$, $o'c' = r'$ setzt

$\varrho^2 = (e + r\cos\psi - r'\cos\psi')^2 + (r\sin\psi - r'\sin\psi')^2, of = e\sin\psi' + r\sin(\psi' - \psi)$

mithin das ganze Drehungs-Moment

$$= -\iint \frac{VV'\,dm\,dm'\,r'\,(e \sin \psi' + r \sin (\psi' - \psi))}{\left((e + r \cos \psi - r' \cos \psi')^2 + (r' \sin \psi' - r \sin \psi)^2\right)^{\frac{3}{2}}},$$

und dieses wird dem von dem Erdmagnetismus ausgeübten Drehungs-Moment $M_1' X \sin \varphi$ gleich seyn.

Setzt man hier $\psi' = 90^\circ + \delta\psi'$ und $\psi = 0^\circ + \delta\psi$, so erhält man

$$M_1 X \sin \varphi = -\iint \frac{VV'\,dm\,dm'\,r'\,(e + r)}{\left((e + r)^2 + r'^2\right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{M_1 M_1}{e^3}\left(4 \sin^2 \tfrac{1}{2}\delta\psi' + 4 \sin^2 \tfrac{1}{2}\delta\psi + \right.$$

$$\left. + \sin \delta\psi \sin \delta\psi'\right) + \ldots .$$

Demnach sind die anzubringenden Correctionen so gering, dass wohl nie ein Fall vorkommen wird, wo sie nicht vernachlässiget werden dürften.

Dagegen kann leicht in der Distanz e ein Fehler entstehen, weil man nicht die Distanz des *Mittelpunktes*, sondern die Distanz des *Endes* des Ablenkungs-Magnets von dem freien Magnet unmittelbar abliest. Ist l die Länge des Magnets und man stellt das Ende in der Entfernung $e - \frac{1}{2}\,l$, so ist die Entfernung der Mitte, wenn $\psi = 0^\circ + \delta\psi$ ist, nicht e, sondern

$$e - \tfrac{1}{2}\,l\,(1 - \cos \delta\psi) = e - l \sin^2 \tfrac{1}{2}\,\delta\psi.$$

Diese Entfernung in die Formel substituirt, gibt einen grössern Werth für X, und zwar um

$$3X\,\frac{l}{e} \sin^2 \tfrac{1}{2}\,\delta\psi.$$

Man wird wohl nie den Ablenkungs-Magnet so nahe stellen, dass nicht e grösser als $2\,l$ wäre; für $e = 2\,l$ dürfte aber $\delta\psi$ nicht über 20′ betragen, wenn der Werth von X bis auf den 10,000sten Theil richtig gefunden werden soll.

Bei den Ablenkungs-Versuchen ist es nöthig, um eine möglichst vortheilhafte Bestimmung von φ und e zu erhalten, eine vierfache Messung vorzunehmen. Man bringt nämlich den Ablenkungs-Magnet zuerst nach $a_1\ b_1$, dann nach $a_2\ b_2$, indem man das Ende auf den Theilstrich γ_1 und γ_2 einstellt, wobei der freie Magnet in der Lage $a'\ b'$ gehalten wird, und zwar nennen wir den Ablenkungs-Winkel $\beta\, c'\, b'$ für die erste Messung φ_1 für die zweite φ_2. Die Distanzen von der Mitte bezeichnen wir auf folgende Weise

$$c_1 c' = e + \varDelta e + \delta e$$
$$c_2 c' = e + \varDelta e - \delta e$$

so dass $\gamma_1 \gamma_2 = 2e + 2\varDelta e$ sey. Setzen wir in der auf der vorhergehenden Seite vorgenommenen Entwickelung $\psi = o$, $\psi' = 90^\circ$ und substituiren die Werthe der Distanzen $c_1 c'$ und $c_2 c'$, so erhalten wir

$$M'_1 X . \sin\varphi_1 = -\iint \frac{VV'\, dm\, dm'\, r'\, (e + \varDelta e + \delta e + r)}{\left((e + \varDelta e + \delta e + r)^2 + r'^2\right)^{\frac{3}{2}}} \quad . \; . \; . \; (A.)$$

$$M'_1 X . \sin\varphi_2 = -\iint \frac{VV'\, dm\, dm'\, r'\, (e + \varDelta e - \delta e + r)}{\left((e + \varDelta e - \delta e + r)^2 + r'^2\right)^{\frac{2}{3}}}$$

Stellt man nun das Ende des Ablenkungs-Magnets auf die Theilstriche γ_3 und γ_4 ein, so dass er die Lage $a_3\ b_3$ und $a_4\ b_4$ erhalte, und nennt man die Ablenkungs-Winkel $-\varphi_3$ und $-\varphi_4$, und setzt die Entfernungen

$$c_3 c' = e - \varDelta e + \delta e'$$
$$c_4 c' = e - \varDelta e - \delta e'$$

so wird $\gamma_3\, \gamma_4 = 2e - 2\varDelta e$. Substituiren wir nun diese Werthe in der obigen Entwickelung, wobei $\psi' = 90^\circ$ und $\psi = 180^\circ$ genommen werden müssen, so haben wir

$$M'_1 X \sin\varphi_3 = \iint \frac{VV'\, dm\, dm'\, r'\, (e - \varDelta e + \delta e' - r)}{\left((e - \varDelta e + \delta e' - r)^2 + r'^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$M'_1 X \sin\varphi_4 = \iint \frac{VV'\, dm\, dm'\, r'\, (e - \varDelta e - \delta e' - r)}{\left((e - \varDelta e - \delta e' - r)^2 + r'^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

Addirt man die vier Gleichungen und dividirt die Summe durch 4, so erhält man

$$M'_1 X \tfrac{1}{4} (\sin\varphi_1 + \sin\varphi_2 + \sin\varphi_3 + \sin\varphi_4) = \iint V V' \, dm \, dm' \left[\frac{2rr'}{e^3} + \frac{4r'r^3 - 6r'^3 r}{e^5} + \frac{6r'r^5 - 30r^3 + \frac{45}{4} r'^5 r}{e^7} \ldots + 6 \frac{rr'}{e^5} (\varDelta e^2 + \delta e^2 + \delta e'^2) + \ldots \right]$$

Im Falle das von $\varDelta e$, δe, $\delta e'$ abhängige Glied weniger als den 10000ten Theil des Werthes von X betragen soll, darf die Summe $\frac{\varDelta e^2 + \delta e^2 + \delta e'^2}{e^2}$ nicht über $\frac{1}{173}$ gehen. Was die Grösse $\varDelta e = \frac{1}{4} (\gamma_1 \gamma_2 - \gamma_3 \gamma_4)$ betrifft, so wird sie, wenn nur die Apparate mit mässiger Sorgfalt construirt sind, so klein ausfallen, dass man sie vernachlässigen darf. Der Werth von X wird also ohne Correction bis auf den 10000sten Theil richtig seyn, wenn $\frac{\delta e^2}{e^2}$ und $\frac{\delta e'^2}{e^2}$ kleiner als $\frac{1}{346}$ sind, d. h. wenn die Differenzen $\varphi_2 - \varphi_1$, $\varphi_4 - \varphi_3$ kleiner sind, als

21′ . . bei $\varphi = 20°$
34 . . bei $\varphi = 30$
49 . . bei $\varphi = 40$

Berücksichtiget man diese Grenzen und setzt $e = \frac{1}{4} (\gamma_1 \gamma_2 + \gamma_3 \gamma_4)$ und $\varphi = \frac{1}{4} (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4)$, so hat die Gleichung (V.) ihre volle Gültigkeit, selbst wenn den §. 3. angenommenen Bedingungen $\int V dm = o$ $\int V' dm' = o$ $\int r^2 V dm = o$ $\int r'^2 V' dm' = o$ u. s. w. nicht streng genügt würde.

Um den Werth von $\frac{M}{X}$ zu erhalten, reicht es hin, die Ablenkung φ für eine einzige Distanz e zu kennen, vorausgesetzt, dass man den Werth von $1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4}$ bestimmt habe. Die Bestimmung dieser Grösse erfordert aber Ablenkungen in verschiedenen Entfernungen, wobei für jede Entfernung eine Gleichung von der Form (V.) erhalten wird. Sind nämlich die Distanzen e, e', e'' . . . und die entsprechenden Ablenkungen φ, φ', φ'' . . .

so hat man, wenn $\log\left(1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4}\right) = - \frac{p'}{e^2} - \frac{q'}{e^4} \ldots$ gesetzt wird

$$\log \frac{M}{X} = \log\left(\tfrac{1}{2}\, e^3 \sin \varphi\right) + \frac{p'}{e^2} + \frac{q'}{e^4}$$

$$\log \frac{M}{X} = \log\left(\tfrac{1}{2}\, e'^3 \sin \varphi'\right) + \frac{p'}{e'^2} + \frac{q'}{e'^4}$$

$$\log \frac{M}{X} = \log\left(\tfrac{1}{2}\, e''^3 \sin \varphi''\right) + \frac{p'}{e''^2} + \frac{q'}{e''^4}$$

. . . .

woraus $\log \frac{M}{X}$ eliminirt und durch die Methode der kleinsten Quadrate p' und q', mithin auch p und q abgeleitet werden können.

§. 5.

Drei Umstände haben wir noch zu berücksichtigen, welche bei Intensitäts-Messungen die Einführung entsprechender Correctionen nothwendig machen, nämlich die *Torsion* des Fadens bei Schwingungs-Versuchen, die *Temperatur* und die während der Messung vorgehenden *Aenderungen* der magnetischen Kraft.

Setzt man das Verhältniss der Torsions-Kraft des Fadens zu dem magnetischen Moment des Stabs $= \gamma$, so wird die Kraft, welche den Magnet beim Schwingen in die Lage des Gleichgewichts zurückzuführen sucht, in dem Verhältnisse $1 + \gamma$ vermehrt. Wir erhalten demnach

$$MX\,(1 + \gamma) = \frac{\pi^2 K}{T^2}$$

Uebrigens wird man die Dimensionen der Apparate (ausgenommen bei Bestimmung des Trägheits-Moments K) immer so einrichten können, dass $\gamma = o$ gesetzt werden darf.

Die Temperatur-Zunahme wirkt auf zweierlei Weise, indem sie die Dimensionen der Körper vergrössert und die magnetische Kraft vermindert; demnach werden K, e und M einer Correction wegen der Temperatur bedürfen.

Da K das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte enthält, so wird man, wenn β' den Ausdehnungs-Coefficienten des Stahls für 1° bedeutet und die Temperatur $= t$ ist, haben

$$K = K_0 (1 + \beta' t)^2 = K_0 (1 + 2 \beta' t).$$

K_0 bedeutet hier das Trägheits-Moment für 0° Temperatur.

Die Distanz e wird auf Messingschienen gemessen; nimmt man demnach den Ausdehnungs-Coefficienten des Messings für 1° $= \beta$, und die Distanz für 0° Temperatur $= e_0$ an, so hat man

$$e = e_0 (1 + \beta t)$$

Setzt man den Verlust an magnetischer Kraft, der einem Grade Wärmezunahme entspricht, $= \alpha$ und die Temperatur wieder $= t$, so wird

$$M = M_0 (1 - \alpha t)$$

seyn, wenn M_0 das magnetische Moment für 0° Temperatur bedeutet.

Führen wir diese Correctionen in die Gleichung (VI.) ein und nehmen an, dass die Schwingungen bei der Temperatur t, die Ablenkungen aber bei der Temperatur t' gemessen worden, so erhalten wir

$$X^2 = \frac{\pi^2 K_0}{T'^2} \, \frac{1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4}}{\frac{1}{2} e_0{}^3 \sin \varphi} (1 + 2 \beta' t - 3 \beta t' - \alpha (t' - t) - \gamma)$$

Bei gehörig gewählten Verhältnissen der Messungs-Apparate wird der Factor $1 + \frac{p}{e^2} + \frac{p}{e^4}$ so klein seyn, dass eine Correction desselben wegen der Wärme unnöthig wäre.

Bisweilen ist es erforderlich, die bei einer Temperatur t beobachteten Schwingungszeiten und Ablenkungen auf diejenigen Werthe zurückzuführen, welche man erhalten hätte, wenn die Beobachtung bei der Temperatur τ vorgenommen worden wäre. Für diesen Fall gelten folgende Ausdrücke:

Correction der Schwingungsdauer $= - T\,(t - \tau)\,(\beta' + \frac{1}{2}\,\alpha)$
Correction der Ablenkung . . . . $= + \operatorname{tg}\varphi\,(t - \tau)\,(3\,\beta + \alpha)$

Eine Intensitäts-Messung nimmt immer einen längern Zeitraum in Anspruch, und da an der magnetischen Kraft unaufhörlich Aenderungen vorgehen, so müssen wir hier die Art angeben, wie solche berücksichtiget werden.

Bei der Schwingungsdauer ist nur die Aenderung der Intensität in Rechnung zu bringen. An den Variations-Instrumenten liest man am Anfange und am Ende den Stand ab, und nimmt an, dass der gemessenen Schwingungsdauer das Mittel der beiden Stände entspricht, was der Wahrheit um so näher kommen wird, je kürzer der Zeitraum ist, den man zum Messen der Schwingungsdauer anwendet. Es sey der auf solche Weise erhaltene Stand der Intensitäts-Variation $= n'$, der Werth eines Theilstriches $= i$ und X_0 die absolute Intensität, welche dem Nullpunkte der Variations-Scala entspricht, so hat man die wirkliche Intensität $= X_0\,(1 + n'\,i)$, demnach

$$M_0\,X_0\,(1 + n'\,i) = \frac{\pi^2\,K_0}{T^2}\,(1 + (2\,\beta' + \alpha)\,t)$$

Bei den Ablenkungen hat man ausser den Variationen der Intensität auch jene der Declination in Rechnung zu bringen, was auf folgende Weise geschieht. Es seyen die Ablesungen des Kreises v, v' (bei Ablenkung westlich) und v'' v''' (bei Ablenkung östlich) und die gleichzeitig am Declinations-Instrumente abgelesenen Stände $\delta, \delta', \delta'', \delta'''$, so hat man die auf 0 des Declinations-Instruments reducirten Ablesungen $v - \delta$, $v' - \delta'$, $v'' - \delta''$, $v''' - \delta'''$ (vorausgesetzt, dass die v und δ in demselben Sinne gezählt werden, im entgegengesetzten Falle wäre das Zeichen $+$ zu nehmen), und die Ablenkung ergibt sich

$$\frac{\frac{1}{2}(v'' - \delta'' + v''' - \delta''') - \frac{1}{2}(v - \delta + v' - \delta')}{2}$$

Hiebei ist angenommen, dass die Theilung des Kreises von Norden über Osten bis 360° gezählt wird. Setzen wir

$$\varphi = \tfrac{1}{4}\,(v''' + v'' - v' - v)$$

$$\text{und } \delta\varphi = \tfrac{1}{4}\,(\delta + \delta' - \delta'' - \delta''');$$

nehmen wir ferner an, dass gleichzeitig mit der Einstellung der Winkel v, v', v'', v''' die Intensitäts-Variationen aufgezeichnet worden, und dass das Mittel der aufgezeichneten Stände $= n''$ sey, so haben wir die Gleichung

$$\frac{M}{X_0(1+n''i)} = \tfrac{1}{2}\, e_0^3 \sin(\varphi + \delta\varphi)\, \frac{1}{1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4}}\, (1 + (3\beta + \alpha)\, t)$$

Endlich verwandelt sich die Gleichung VI in folgende

$$X_0 = \frac{\pi\sqrt{K_0}}{T}\, \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2} e_0^3}}\, \frac{\sqrt{1 + \frac{p}{e^2} + \frac{q}{e^4}}}{\sqrt{\sin(\varphi + \delta\varphi)}} \cdot (1 + \beta' t - \tfrac{3}{2}\beta t' + \tfrac{1}{2}\alpha(t - t') - \tfrac{1}{2}(n' - n'')\, i)$$

Bisweilen ist es für die Zwecke der Rechnung nöthig, die Werthe von T und φ anzugeben, welche man erhalten haben würde.

wenn eine bestimmte Intensität statt gefunden hätte, d. h. wenn die Variation einen bestimmten Stand, z. B. N'' gehabt hätte.

Die dessfalls nöthige Reduction ist

für die Schwingungszeit T . . . . $+ \frac{1}{2}(n' - N)\, i T$
für die Ablenkung φ . . . . $+ (n' - N)\, i \operatorname{tg}\varphi$

Um auf dem hier bezeichneten Wege zur Kenntniss des Werthes der Horizontal-Intensität zu gelangen, haben wir noch die Hülfsmittel anzugeben, wodurch man die Werthe von T und φ bestimmen kann.

§. 6.

Die Vorrichtungen zur Messung der Schwingungsdauer sind in Fig. 13. so ausführlich dargestellt, dass sie keiner weitläufigen Erklärung bedürfen. Der Magnet hat in der Mitte ein Loch, durch welches die Schraube der Spiegelfassung geht; durch eine von oben angeschraubte Mutter wird er fest gehalten. Die Schraube hat ein Häkchen, welches in die Schleife des Fadens eingehängt wird. Für die gewöhnlichen Schwingungen braucht man nur einen einfachen Coconfaden, dessen Torsion = 0 anzunehmen ist. Bei Bestimmung des Trägheits-Moments vermittelst des aufgelegten Ringes muss der Faden mehrfach genommen werden (für 200 grammes 6fach), alsdann wird er oben mit einer einfachen Torsions-Vorrichtung **T** verbunden, getragen von der Säule *aa*.

Ueber das Ganze stellt man die Glasglocke *ggg*. Sie muss sich unten an die Unterlage so dicht anschliessen, dass keine Luft hineinkommt, was leicht zu erreichen ist, wenn die Unterlage aus einer ebenen Stein- oder Glasplatte besteht und die Glocke sorgfältig geschliffen ist. Einfacher und noch vortheilhafter ist es, als Unterlage blos ein Brett zu gebrauchen, darauf einen Ring von Klebwachs festzumachen und die Glasglocke hineinzudrücken *).

Aus der Glasglocke ist das Stück *p* herausgeschliffen, und ein Planglas eingekittet, wodurch man auf den Spiegel *s* des Magnets hineinsehen kann.

Mit dem in einiger Entfernung (etwa 3 — 4 Fuss) aufgestellten Beleuchtungs-Spiegel *S* wirft man das von einem Fenster kommende Tageslicht auf den Magnet-Spiegel und erhält dasselbe wieder in dem kleinen Fernrohr *f* zurück. Vor dem Spiegel *S* stellt man noch die Glas-Scala *h* auf, deren Theilstriche durch das Fernrohr in sehr heller Beleuchtung gesehen werden. Rücksichtlich der Beobachtung der Durchgänge ist zu bemerken, dass, da sie sehr schnell aufeinander folgen, es nicht wohl möglich ist, sie alle aufzuzeichnen; desshalb lässt man eine bestimmte Anzahl Durchgänge zwischen den beobachteten aus; es muss aber eine gerade Anzahl seyn, damit unter den beobachteten Durchgängen eben so viele von der Linken zur Rechten, als von der Rechten zur Linken vorkommen, mithin der Einfluss einer während der Beobachtung vorgegangenen Aenderung der Declination eliminirt werde.

Wenn man eine Reihe von zehn Durchgängen beobachtet hat, so setzt man aus, fängt etwa bei dem zweihundersten Durchgang wieder an, und zeichnet noch einmal zehn Durchgangszeiten, der ersten Reihe correspondirend, auf; die Differenz der beiden Reihen, durch 200 dividirt, gibt den Werth einer Schwingung. Am Ende jeder Reihe wird die Intensität an dem Differential-Instrumente, desgleichen auch die Temperatur notirt.

---

*) Es ist unbedingt nothwendig, den Magnet so einzuschliessen, dass die Oscillationen der äussern Luft nicht zu demselben gelangen. Selbst in einem wohl verschlossenen Zimmer ist die Luftströmung so gross, dass sie, wenn die Glasglocke nicht gehörig schliesst, die Oscillation des Magnets stören kann.

Hier ein Beispiel:

Magnet Nro. VI.

April, 23. Morgens

	B.		*C.*		*D.*		*E.*	
1)	$8^h\,54'$	44″,8 . . .	$9^h\,14'$	49″,0 . .	$9^h\,21'$	30″,1 . .	$9^h\,34'$	53″,0
4)		56 ,6		0 ,8		42 ,1		5 ,9
7)		8 ,9		13 ,0		54 ,1		17 ,1
10)		20 ,4		25 ,0		6 ,2		29 ,9
13)		32 ,8		37 ,0		18 ,1		41 ,1
16)		44 ,7		49 ,0		30 ,3		54 ,0
19)		56 ,9		1 ,0		43 ,0		5 ,1
22)		8 ,8		12 ,9		54 ,7		18 ,0
25)		20 ,9		25 ,0		6 ,8		29 ,8
28)		32 ,9		36 ,9		18 ,9		42 ,0
Intensität		47 ,6		48 ,0		48 ,8		49 ,2
Temp.	+	5°,4		5°,9		6°,1		6°,3

Die Zusammenstellung ist, wie folgt

C — *B* = 20′ 4″,19 = 300 Schwingungen

1 Schwingung = 4,0140 . . „ 47,7 . . „ + 5,6

D — *C* = 6 41 ,47 = 100 Schwingungen

1 Schwingung = 4,0147 . . „ 48,8 . . „ + 6,0

E — *D* = 13 23 ,16 = 200 Schwingungen

1 Schwingung = 4,0158 . . „ 49,2 . . „ + 6,2

Um die einzelnen Bestimmungen vergleichen zu können, muss man sie auf dieselbe Intensität und Temperatur reduziren; die zu diesem Zwecke entwickelten Formeln geben, wenn $i = 0{,}00011397$, $\beta' = 0{,}0000135$, $\alpha = 0{,}000539$ gesetzt werden, und wenn die Reduction auf 5° Temperatur und 40 Intensität geschehen soll

$$\text{Reduction} = -\,0'',00023\,(n' - 40) - 0'',00108\,(t - 5^\circ)$$

Die Bestimmungen der Schwingungsdauer geben nach vorgenommener Reduction folgende Resultate:

4″,0116
4, 0116
4, 0124

Die Vorrichtung, wodurch man die Ablenkungen misst, stellt im Wesentlichen Fig. 14. dar. In dem Gehäuse *A B D E* hängt der freie Magnet *mm* an dem Coconfaden *ff* und trägt den Spiegel *s*, dessen Fläche parallel mit dem Magnet ist. Vor dem Spiegel *s* befindet sich das Objectiv *o*, in dem Gehäuse festgemacht; dazu gehört das Ocular *b*. Im Focus des Objectivs ist der Faden *FF* aufgespannt und hinter dem Faden steht der Beleuchtungs-Spiegel *aa*, der das Tageslicht gegen das Objectiv reflectirt. Das so reflectirte Tageslicht wird vom Spiegel *s* zurückgeworfen, und damit auch das Bild des beleuchteten Fadens *FF*. Bringt man den Faden selbst zur Coincidenz mit seinem Bilde, so ist die optische Axe des durch *o* und *b* gebildeten Fernrohrs senkrecht auf dem Spiegel *s*.

Wird diese Coincidenz hervorgebracht, wo noch kein Ablenkungs-Magnet in der Nähe ist, so zeigt der Vernier *V* die Ablesung an, die dem magnetischen Meridian entspricht; legt man alsdann den Ablenkungs-Magnet *MM* auf die Messingschiene *SS* in einer gewissen Distanz vom freien Magnet, und dreht die Schiene und den damit unveränderlich verbundenen Vernier *V*, bis wieder die Coincidenz des Fadens mit seinem Bilde statt findet, so hat man den der Distanz *Cc* entsprechenden Ablenkungs-Winkel.

Um die Distanzen zu messen, in welche der Ablenkungs-Magnet jedesmal gelegt wird, trägt die Messingschiene *SS*, deren horizontale Projection in *S′S′* zu sehen ist, eine Theilung 1, 2, 3, 4 ... 1′, 2′, 3′, 4′ ...

Würde man das Ende des Magnets *MM* auf einen Theilstrich einstellen, so wäre dadurch, selbst wenn man sich einer Loupe bediente, die nöthige Genauigkeit nicht wohl erreichbar, desshalb gebraucht man den Schlitten *NN*. Derselbe besteht aus einem Messingstück, dessen Lage auf der Schiene erhalten wird durch zwei Lappen *p*, *p′*, welche über die Schiene herabgehen, und einen beweglichen, conisch gespitzten Stift (oder Schraube) *d*, der in die beiderseits der Theilungslinien in gehöriger Entfernung gebohrten Löcher gestellt wird. Die Einrichtung des Stifts ist in Fig. 15. dargestellt. Fasst man den in der Hülse *qq* beweglichen Drath am Ende *h* an, so hat man eine micrometrische Bewegung des Schlittens, welche dazu benützt wird, den auf der schiefen Fläche *k* gezogenen feinen Strich zur Coincidenz mit den Theilstrichen der Messingschiene zu bringen, wobei man sich der vom Schlitten getragenen Loupe bedient. In dem Schlitten ist ein am obern Ende mit Schraubengang versehener Stift *c*, welcher durch das in der Mitte des Ablenkungs-Magnets befindliche Loch geht; die Schrauben-Mutter hält den Magnet auf dem Schlitten fest.

Um für eine bestimmte Distanz, z. B. *Cc* die Ablenkungen zu messen, stellt man den Strich *k* auf 3, dann auf 5′, dann, in umgekehrter Lage des Schlittens, auf 3′ und endlich auf 5 ein; für die Distanz *Cc* ist dann

$\frac{1}{4}(3 + 5 + 3' + 5')$ zu nehmen. Natürlich muss der Schlitten eine bestimmte, mit der Theilung correspondirende Länge haben.

Bei der Zeichnung habe ich nicht versucht, die Form des Gehäuses, worin der freie Magnet *mm* hängt, eben so wenig die Art und Weise der Verbindung mit der Alhidade oder dem Alhidaden-Kreise des Theodoliten näher darzustellen; die erstere ist im Grunde willkührlich, die letztere hängt von der Beschaffenheit des Theodoliten ab. Bei dem Apparate, den ich im magnetischen Observatorium gebrauche, besteht eine Verbindung der Messingschiene mit der Alhidade, welche im Allgemeinen mit der in der Zeichnung angedeuteten übereinstimmt.

Der Ablenkungs-Apparat, welcher zu unserm achtzölligen Theodoliten gehört, hat ungefähr die in Fig. 16. dargestellte Form. Eine Axe mit Zapfen, welche denen des Theodoliten-Fernrohres gleich sind, wird in die Lager gelegt; die Bewegung dieser Axe hindert das Stück *ff*, welches sich an dem hervorstehenden Zapfen *h* festhält.

In einem Gehäuse *ab* befindet sich der freie Magnet, der Spiegel ist im Cubus der Axe; beiderseits gehen vom Cubus Röhren hinaus, auf welchen die Theilung sich befindet, und auf welche der Schlitten gelegt wird.

Die Rohrhälfte *cd* bildet zugleich das Fernrohr, in *d* ist das Objectiv, hinter welchem sich der Spiegel des freien Magnets im Cubus der Axe befindet, *o* ist das Ocular.

Eine Hauptbedingung bei den Messungen ist, dass bei Hinübersetzung des Schlittens von der einen auf die andere Seite die horizontale Lage des Alhidaden-Kreises sich nicht ändere, weil sonst der Mittelpunkt des freihängenden Magnets in Beziehung auf die

Theilstriche sich ändert. Diess würde der Fall seyn, wenn die verticale Axe des Theodoliten, womit die Alhidade und die Messingschiene verbunden sind, Spielraum in der Büchse hätte. Man verhindert diess dadurch, dass man eine hinreichend starke Feder in der Büchse befestiget, durch welche die Axe beständig nach einer Seite gedrückt wird; oder man bringt eine Libelle an, welche bei jeder Beobachtung abgelesen wird, und deren Angaben dazu dienen, den Einfluss der veränderten Lage in Rechnung zu bringen. Das erstere Mittel ist ohne allen Zweifel das bequemere; man kann sogar die Feder entbehrlich machen, wenn man die Axe ziemlich streng in der Büchse gehen lässt, und den Aufhängungs-Faden sehr kurz macht, was hier keinen Nachtheil bringt, weil die Torsion ohnehin nicht berücksichtiget zu werden braucht.

Die Methode setzt voraus, dass, wenn nach Entfernung des Ablenkungs-Magnets, die Messingschiene so gestellt wird, dass der Faden mit seinem Bilde coincidirt, die Schiene auf die Richtung des freien Magnets, d. h. auf dem magnetischen Meridian senkrecht sey. Diese Bedingung wird dadurch erfüllt, dass man die auf den magnetischen Meridian senkrechte Richtung bestimmt vermittelst einer entfernten Mire; auf diese die Schiene richtet und bewirkt, dass zu gleicher Zeit der Faden, den man verschieben kann, mit seinem Bilde coincidire.

Die Gleichung S. 645 zeigt, dass eine besonders grosse Genauigkeit hiebei nicht erfordert werde.

In der Entwickelung des Ausdruckes S. 639 hängt der Coefficent des zweiten und der höhern Glieder von dem Verhältnisse des freien Magnets zu dem Ablenkungs-Magnete ab. Es ist nun zweckmässig, das Verhältniss so zu wählen, dass die erwähnten Coefficienten sehr klein werden oder gänzlich verschwinden; diess muss durch Versuche erzielt werden. Dabei berücksichtiget man anfangs, dass, wenn es sich um einfache Magnete handelte, das zweite Glied verschwinden würde, wenn die Quadrate der Längen des Ablenkungs-Magnets und freien Magnets sich verhielten wie 3 : 2. Lässt man nun anfangs den freien Magnet etwas länger, als durch dieses Verhältniss gegeben wird, und verkürzt ihn allmählig durch Abschleifen, so kann man das Verschwinden des zweiten Gliedes bewirken.

Die Torsion des Fadens *ff* hat zwar unter den gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen auf die Endresultate keinen Einfluss; jedoch wird es der Sicherheit der Resultate zuträglich seyn, wenn man die Torsion gänzlich hebt oder auf einen sehr kleinen Betrag zurückführt. Ausser dem gewöhnlichen Verfahren kann man auch auf folgende Weise von dem Betrage der Torsion Kenntniss erhalten.

Nachdem man die vier Ablesungen $v\,v'\,v''\,v'''$ und die correspondirenden Declinationen $\delta\ \delta'\ \delta''\ \delta'''$ aufgezeichnet hat, entfernt man den Ablenkungs-Magnet und bringt wieder den Faden zur Coincidenz mit seinem Bilde, dadurch erhält man die Ablesung des Kreises, welche dem magnetischen Meridian entspricht; wir wollen diese V und die gleichzeitige Ablesung des Declinations-Apparates Δ nennen. Ist nun die Torsion $= o$, so hat man

$$V - \Delta = \tfrac{1}{4}\,(v + v' + v'' + v''') - \tfrac{1}{4}\,(\delta + \delta' + \delta'' + \delta''')$$

Die Abweichung von dieser Gleichheit lehrt den Betrag der Torsion kennen.

Bei dem Theodoliten muss man sämmtliche Stahl- und Eisentheile, in so ferne sie an dem feststehenden Kreise und dem Gestelle vorkommen, entfernen, oder ihren Einfluss in Rechnung bringen.

Was die mit der Alhidade verbundenen magnetisch wirkenden Theile betrifft, so hebt sich ein etwaiger Einfluss derselben im Mittel aus vier Ablenkungs-Winkeln in eben derselben Weise, wie der oben berührte Einfluss der Torsion des Fadens auf. Wenn gleich demnach das Vorhandenseyn von Eisen- oder Stahltheilen in der Alhidade und der Messingschiene nicht zu beachten ist, so muss man sorgfältig darauf Rücksicht nehmen, dass keine Theile insbesondere an der Messingschiene vorkommen, welche durch das Hinlegen des Ablenkungs-Magnets *magnetisch werden*, und alsdann eine von der Stellung desselben abhängige, mithin veränderliche Ablenkung des freien Magnets hervorbringen.

Bei Anfertigung von Ablenkungs-Apparaten wird man darauf bedacht seyn müssen, ein vortheilhaftes Verhältniss der Theile einzuführen, wobei es zugleich darauf ankommt, die Dimensionen so klein zu machen, als mit der Erreichung der erforderlichen Genauigkeit vereinbar ist. Bei dem Apparate des hiesigen magnetischen Observatoriums hat die Messingschiene 1 mètre Länge, die Magnete 100 bis 110 milimètres; nach den angestellten Versuchen habe ich aber Ursache zu glauben, dass es hinreichend seyn würde, der Schiene eine Länge von $\frac{3}{4}$ mètre, und den Ablenkungs-Magneten eine Länge von 60 millimètres und ein Gewicht von 5 — 10 grammes zu geben.

In Beziehung auf die Ablenkungs-Magnete ist oben bemerkt worden, dass, wenn der Indifferenz-Punkt nicht nahe in die Mitte fällt, und in der einen Hälfte der südliche, in der andern der nördliche Magnetismus ungefähr symmetrisch vertheilt sind, sie nicht zu Intensitäts-Messungen gebraucht werden dürften.

Um zu erkennen, ob diesen Bedingungen genügt werde, bemerkt man zuerst die Ablesung des Kreises *V*, welche dem magnetischen Meridian entspricht; hierauf legt man den Ablenkungs-Magnet auf die Schiene, so dass das Nord-Ende desselben auf einen

Theilstrich falle und zeichnet die Ablesung des Kreises v auf; alsdann wird der Ablenkungs-Magnet um 180° gedreht, und das Süd-Ende auf *denselben* Theilstrich gebracht und die Ablesung v' aufgezeichnet. Ist der Magnetismus symmetrisch im Ablenkungs-Magnete vertheilt, so wird $v - V = V' - v'$ seyn.

Ich werde nun einige Intensitäts-Messungen beifügen, theils um die Grenzen der Genauigkeit, die praktisch erreichbar ist, zu bezeichnen, theils um die Theorie zu erläutern und auf einige vorkommende Umstände aufmerksam zu machen.

Die Messungen sind angestellt im magnetischen Observatorium; dabei sind folgende Umstände zu berücksichtigen:

1) süd-westlich von der Mitte des Kreises unter einem Winkel von 138° (vom magnetischen Meridian über Westen) befindet sich eine Uhr mit einem Rostpendel, dessen oberes Ende einen Süd-Pol bildend, einen nicht unbedeutenden Einfluss auf den nahe in gleicher Höhe gestellten Magnet des Ablenkungs-Apparats hat. Setzt man den oben erwähnten Winkel $= u$, den gemessenen Ablenkungs-Winkel $= \varphi$, und das von dem Pendel ausgeübte Drehungs-Moment $= S$, so haben wir die Correction des Ablenkungs-Winkels φ bei Ablenkung westlich

$$- \frac{S}{X} \frac{\sin (180^\circ - u + \varphi)}{\cos \varphi}$$

bei Ablenkung östlich

$$+ \frac{S}{X} \frac{\sin (180^\circ - u - \varphi)}{\cos \varphi}$$

mithin Correction des Mittels

$$= + \frac{S}{X} \cos u \operatorname{tg} \varphi$$

Am 29. November 1841 wurde der Ablenkungs-Magnet so nahe gestellt, dass die Ablenkung westlich 42° betrug; das Pendel wurde abwechselnd entfernt und wieder zurückgebracht, wobei sich ergab, dass die Ablenkung um 2′ 30″ kleiner war, wenn das Pendel entfernt wurde. Hiernach hat man Correction des Ablenkungs-Winkels φ

$$= -75'' \operatorname{tg} \varphi$$

2) Der Ablenkungs-Magnet hat auf die Differenzial-Instrumente einigen Einfluss. Die Differential-Instrumente befinden sich westlich in einer auf den magnetischen Meridian senkrechten Richtung; wenn demnach der Ablenkungs-Magnet des Intensitäts-Apparats um φ westlich ablenkt, so hält es zugleich die in der Entfernung E befindliche Declinations-Nadel um $2\,\frac{M}{X E^3} \cos \varphi$ westlich vom Meridian; östlich findet ein analoger Einfluss statt. Will man diesen Einfluss bei den einzelnen Ablesungen des Declinations-Instruments nicht in Rechnung bringen, so kann man ihn dadurch berücksichtigen, dass man dem Winkel φ die Correction

$$+ 2\,\frac{M}{E^3 X} \cos \varphi = 6'',0 \cos \varphi$$

hinzufügt.

Die Nadel des Differenzial-Apparats für Intensität befindet sich in derselben Entfernung und Richtung, wie die Declinations-Nadel und macht einen Winkel von 51° westlich mit dem Meridian. Nennt man diesen Winkel v, so hat man die Correction der Ablesung bei westlicher Ablenkung

$$= -\frac{M}{E^3 X}\,\frac{3 \cos \varphi \cos v - \cos (v - \varphi)}{\cos v}$$

$$= -\frac{M}{E^3 X}\,(2 \cos \varphi - \sin \varphi \operatorname{tg} v)$$

Die Intensität selbst (Differenz zwischen den beiden Instrumenten) erhält in diesem Falle die Correction

$$-\frac{M}{E^3 X}\sin\varphi\ \mathrm{tg}\ v$$

Bei östlicher Ablenkung ist das Zeichen entgegengesetzt, mithin fällt die Correction im End-Resultate weg.

Die ganze Correction, die man an die Ablenkungs-Winkel anzubringen hat, beträgt demnach

für φ = 38°,9 . . . . — 56″
21,3 . . . — 24
13,2 . . . — 12
8,8 . . . — 6

Diese Correctionen sind bei folgenden zur Bestimmung von $\frac{p}{e^2}+\frac{q}{e^4}$ gemachten Messungen bereits eingerechnet, die Winkel sind überdiess auf gleiche Temperatur und gleiche Intensität reducirt.

	Winkel.			Temperatur.		Winkel.			Temperatur.
φ =	38°	53′	10″	+ 9°,5	φ =	38°	39′	15″	+ 9°,5
φ' =	21	17	27	9,6	φ'	21	9	51	9,7
φ''	13	11	32	9,6	φ''	13	7	42	9,7
φ'''	8	47	11	9,6	φ'''	8	44	37	9,8
φ =	38	51	49	9,6	φ	38	37	8	9,5
φ'	21	16	17	9,6	φ'	21	9	9	9,4
φ''	13	11	16	9,5	φ''	13	7	17	9,3
φ'''	8	47	4	9,4	φ'''	8	44	16	9,3
φ	38	48	41	6,6	φ	38	36	20	8,9
φ'	21	15	0	9,4	φ'	21	8	38	9,0
φ''	13	9	50	8,9	φ''	13	6	59	9,1
φ'''	8	46	10	8,6	φ'''	8	44	9	9,1

	Winkel.	Temperatur.	Distanz für + 13° R.
φ	38° 55′ 30″	6°,2	e = 277,831 millimètres
φ'	21 16 43	6,6	e' = 333,387 . . .
φ''	13 12 49	6,7	e'' = 388,950 . . .
φ'''	8 47 10	6,8	e''' = 444,513 . . .

Bei der Berechnung kann man anfangs voraussetzen, dass $\frac{q}{e^4}$ sehr klein seyn wird, alsdann ist es leicht einen approximativen Werth von p' zu finden; man bilde nun die Gleichungen

$$\lg \frac{M}{X} = \lg \tfrac{1}{2} e^3 \sin\varphi + \frac{p' + \delta p}{e^2} + \frac{q'}{e^4}$$

$$\lg \frac{M}{X} = \lg \tfrac{1}{2} e' \sin\varphi + \frac{p' + \delta p}{e'^2} + \frac{q'}{e'^4}$$

u. s. w.

ziehe die letzte Gleichung von den übrigen ab und setze

$$\lg e^3 \sin\varphi + \frac{p'}{e^2} - \lg e'''^3 \sin\varphi''' - \frac{p'}{e'''^2} = \Delta_1$$

$$\lg e'^3 \sin\varphi' + \frac{p'}{e^2} - \lg e'''^3 \sin\varphi''' - \frac{p'}{e'''^2} = \Delta_2$$

u. s. w.

dann $\frac{\delta p}{e'''^2} = P$ und $\frac{q'}{e'''^4} = Q$, so hat man

$$\Delta_1 + 1{,}560\, P + 5{,}554\, Q = o$$

$$\Delta_2 + 0{,}778\, P + 2{,}161\, Q = o$$

$$\Delta_3 + 0{,}306\, P + 0{,}706\, Q = o$$

Jede von den obigen Reihen gibt drei analoge Gleichungen, worin nur die Werthe von Δ_1 Δ_2, Δ_3 verschieden sind. Sämmtliche Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate combinirt, geben, wenn das arithmetische Mittel der Werthe von Δ_1 mit (Δ_1) u. s. w. bezeichnet wird

$$P = 1{,}92\, (\Delta_1) - 4{,}05\, (\Delta_2) - 2{,}77\, (\Delta_3)$$

$$Q = 0{,}72\, (\Delta_1) + 1{,}01\, (\Delta_2) + 0{,}79\, (\Delta_3)$$

hieraus ergibt sich

$$\frac{\delta p}{e^2} + \frac{q'}{e^4} = 0{,}98\ (\Delta_1) - 3{,}64\ (\Delta_2) - 2{,}16\ (\Delta_3)$$

Nimmt man $\frac{p'}{e^2} = -\ 0{,}00264$ an, so ergeben sich folgende Differenzen

$\Delta_1 = -\ 0{,}00003,\ -\ 0{,}00031,\ +\ 0{,}00027,\ -\ 0{,}00005,\ -\ 0{,}00007,\ -\ 0{,}00023,\ -\ 0{,}00027$
$\Delta_2 = +\ 0{,}00047,\ -\ 0{,}00011,\ +\ 0{,}00047,\ +\ 0{,}00001,\ -\ 0{,}00011,\ +\ 0{,}00014,\ +\ 0{,}00006$
$\Delta_3 = +\ 0{,}00016,\ -\ 0{,}00008,\ +\ 0{,}00022,\ -\ 0{,}00018,\ -\ 0{,}00010,\ +\ 0{,}00016,\ +\ 0{,}00007$

$$(\Delta_1) = -\ 0{,}00009{,}9$$
$$(\Delta_2) = +\ 0{,}00013{,}3$$
$$(\Delta_3) = +\ 0{,}00003{,}6$$

Hieraus folgt $\frac{\delta p'}{e^2} + \frac{q'}{e^4} = -\ 0{,}00065$ und $\log. \frac{M}{X} = 7{,}02702 + \lg. \sin \varphi$ für 13° Temperatur. Da die Ausdehnung des Messings 0,00188 für 80° beträgt, so hat man von dem $\log e^3$, um ihn auf 0° zu reduciren, 0,00039 abzuziehen*).

Zur Bestimmung des Trägheits-Moments K wurden folgende Versuche abwechselnd mit und ohne Ring gemacht:

1842.	Schwingungs-Dauer.	Zahl der Schwingungen.	Intensität.	Temperatur.	
Apr. 23. Vormittag	12″,9618	50	45,4	+ 4°,6	mit Ring Nr. I.
	12 ,9622	50	46,2	4,7	
	12 ,9712	50	46,5	4,7	
	4 ,0147	100	47,2	5,4	ohne Ring.
	4 ,0140	300	47,7	5,6	
	4 ,0157	100	48,8	6,0	
	4 ,0158	200	49,2	6,2	

---

*) Die Combination der Beobachtungen zu dem wahrscheinlichsten Resultate ist hier praktisch von geringer Bedeutung, weil man die Zahl der Beobachtungen leicht so weit vermehren kann, dass jede richtige Combination (wenn es auch nicht die vortheilhafteste wäre) nahe zu gleichem Resultate führt.

1842.	Schwingungs-Dauer.	Zahl der Schwingungen.	Intensität.	Temperatur.	
Apr. 24. Vormittag	12″,9582	300	42,3	4°,1	mit Ring Nr. I.
	12 ,9615	24	42,4	4,3	
	4 ,0128	100	43,3	4,8	ohne Ring.
	4 ,0133	500	45,0	4,9	
	4 ,0142	116	46,2	5,0	
	4 ,0143	116	46,0	5,1	
Nachmittag	4 ,0164	100	39,6	7,8	ohne Ring.
	4 ,0157	200	39,5	7,8	
	11 ,2927	30	38,4	7,8	mit Ring Nr. II.
	11 ,2915	230	37,6	7,9	
Apr. 25. Nachmit.	11 ,2945	100	36,8	9,6	mit Ring Nr. III.
	11 ,2956	50	37,3	9,4	
	11 ,2982	60	37,6	9,2	
	4 ,0154	50	36,7	9,6	ohne Ring.
	4 ,0177	200	36,4	9,4	
	4 ,0202	50	36,0	9,4	
	4 ,0184	250	35,6	9,4	
Apr. 26. Vormittag	4 ,0111	150	46,6	3,9	ohne Ring.
	4 ,0119	100	46,9	3,9	
	4 ,0128	400	46,8	4,1	
	13 ,0790	20	49,2	4,7	mit Ring Nr. II.
	13 ,0825	110	49,9	5,0	
	13 ,0827	100	51,8	5,5	
	11 ,2915	100	48,7	6,3	mit Ring Nr. III.
	11 ,2896	200	48,9	6,6	

Um diese Data gebrauchen zu können, müssen wir sie vorerst auf gleiche Temperatur und Intensität reduciren. Die hiezu nöthigen Constanten und Reductions-Formeln für die Schwingungen ohne Ring sind oben bereits gegeben; die analogen Reductions-Formeln für die Schwingungen mit Ring sind, wie folgt

mit Ring I $- 0'',00074\,(n' - 40) - 0'',00349\,(t - 5)$
„ „ II $- 0\,,00074\,(n' - 40) - 0\,,00353\,(t - 5)$
„ „ III $- 0\,,00064\,(n' - 40) - 0\,,00304\,(t - 5)$

Führt man die Reduction durch und vereinigt die zu derselben Gruppe gehörenden Beobachtungen, so hat man

für Ring I . . .	4″,0120 . .	12″,9617	Temperatur 5°,1
	4,0124 . .	12 ,9600	 4,5
für Ring II . . .	4,0115 . .	13 ,0726	. . . . . 4°,4
für Ring III . . .	4,0130 . .	11 ,2843	 7,8
*	4,0142 . .	11 ,2840	 9,5
	4,0115 . .	11 ,2802	 5,2

Die mit * bezeichnete Gruppe, der erste Versuch eines noch ungeübten Beobachters, muss ausgeschlossen werden; die übrigen vorkommenden Differenzen mögen zum Theile dem Umstande zugeschrieben werden, dass nicht die Temperatur der Glocke, unter welcher der Magnet sich befand, sondern nur die Temperatur des Observatoriums aufgeschrieben wurde.

Um das Trägheits-Moment des Magnets zu bestimmen, braucht man noch die Torsions-Kraft des Fadens, welche

bei Ring I und II . .	0,00194
bei Ring III . .	0,00183

betrug und das Trägheits-Moment der Ringe, wofür sich gefunden hat

Ring I log. R $= 8{,}58728 + 0{,}00002\,(t - 13°)$
„ II . . $= 8{,}59595$
„ III . . $= 8{,}45204$

Mit diesen Elementen findet man folgende Werthe des Trägheits-Moments des Magnets

$K =$	7.61137	Ring I . .	+ 5°,1
	7.61154	. . I . .	4,5
	7.61161	. . II . .	4,4
	7.61172	. . III . .	7,8
	7.61169	. . III . .	5,2
Mittel	7.61159	für	5,4

Da die Ausdehnung des Stahls 0,00108 für 80° beträgt, so hat man für den Eispunkt $K_0 = 7{,}61153$.

Wir können nun eine Formel für die absoluten Intensitäts-Messungen in folgender Weise berechnen: setzen wir

$$T = 4'',01 + \delta T \text{ (in Secunden)}$$
$$\varphi = 38°50' + \delta\varphi \text{ (in Minuten)}$$

so haben wir, wenn X_0 dem Theilstriche 40 des Differential-Apparats entspricht,

$$\begin{aligned} X_0 = 1{,}9400 & \\ & - 48{,}21 \times 100\,\delta T \\ & - \;\;3{,}50\,\delta\varphi \\ & - \;\;0{,}52\,t' \\ & + \;\;5{,}40\,(t - t') \\ & - \;\;2{,}21\,\tfrac{1}{2}\,(n'_0 + n'_1 - 80) \end{aligned}$$

Hier folgen einige Intensitäts-Messungen, die theils mit diesem Magnet (A), theils mit einem andern Magnet (B) für welchen log. $K_0 = 7{,}65771$, $\log \frac{1}{2} e^3 + \frac{r'}{e^2} + \frac{q'}{e^4} = 7{,}02818$ und der Temperatur-Coefficient $= 0{,}000426$ war, gemacht worden sind.

	Schwingungs-Dauer.	Intensität.	Temperatur.	Ablenkung.	Intensität.	Temperatur.	Absol. Intensität auf 40 reducirt.	
Mai 6	4",0230	42,2	+8°,2	38°35'21"	39,8	+8°,8	1,9383	(*A*)
	4 ,4040	31,1	8,4	35,13 24	40,7	8,8	1,9374	(*B*)
7	4 ,4082	52,4	6,8	35,18 34	51,7	7,9	1,9377	(*B*)
	4 ,0253	44,3	9,8	38,40 15	47,3	9,5	1,9368	(*A*)
8	4 ,0238	43,0	9,1	38,36 33	39,2	9,5	1,9376	(*A*)

Ein mit diesen Messungen ganz übereinstimmendes Resultat erhielt ich am 5. Mai durch den Theodoliten-Apparat, wobei der freie Magnet 50 millimètres Länge hatte, der Ablenkungs-Magnet aber 60 millimètres lang, 9 millimètres breit war und 6 grammes wog. Man wird sich übrigens über die Präcision, welche die Beobachtung mit so kleinen Magneten gewährt, nicht wundern, wenn man bedenkt, dass die Präcision um so grösser seyn wird, je stärker die magnetische Kraft im Verhältnisse zu der Masse ist. Dieses Verhältniss gestaltet sich bei kleinen Magneten weit vortheilhafter als bei grossen. Unterdessen kommt man bei fortgesetzter Verkleinerung der Dimensionen bald auf eine Grenze, über welche es nicht vortheilhaft seyn würde, hinauszugehen, weil sonst die vorkommenden Längen- und Gewichts-Bestimmungen eine grössere Schärfe erfordern würden, als praktisch leicht zu erreichen ist.

Berichtigungen zu der vorhergehenden Abhandlung.

Seite 627 von Zeile 17 anfangend bis folgende Seite Zeile 4 müssen die vorkommenden X und Y die entgegengesetzten Zeichen erhalten.

,, 633 Zeile 9 von oben muss in der Formel $- VX$ anstatt $+ VX$ gesetzt werden.

,, 633 vorletzte Zeile soll $-\frac{r^2 d^2 \vartheta}{dt^2}$ anstatt $\frac{r^2 d^2 \vartheta}{dt^2}$ stehen.

,, 636 Zeile 3 von unten anstatt $\frac{VV' dm dm'}{\rho^2} \frac{e + y'}{\rho}$ lese man $\frac{VV' dm dm'}{\rho^2} \frac{e - x + y'}{\rho}$. Dieselbe Verbesserung ist in der letzten Zeile, dann in der 4. und 14. Zeile der folgenden Seite vorzunehmen.

,, 640 Zeile 13 von oben anstatt des in der Formel vorkommenden q sollte Q stehen.

,, 647 Zeile 4 von oben anstatt $\frac{6r'r^5 - 30r^3 + \frac{45}{4}r'^5 r}{e7}$ ist zu lesen $\frac{6r'r^5 - 30r^3 r'^3 + \frac{45}{4}r'^5 r}{e7}$

,, 651 Zeile 3 von unten am Ende der Formel kommt vor $\frac{1}{2}(n' - n'')i$ anstatt $\frac{1}{2}(n' + n'')i$.

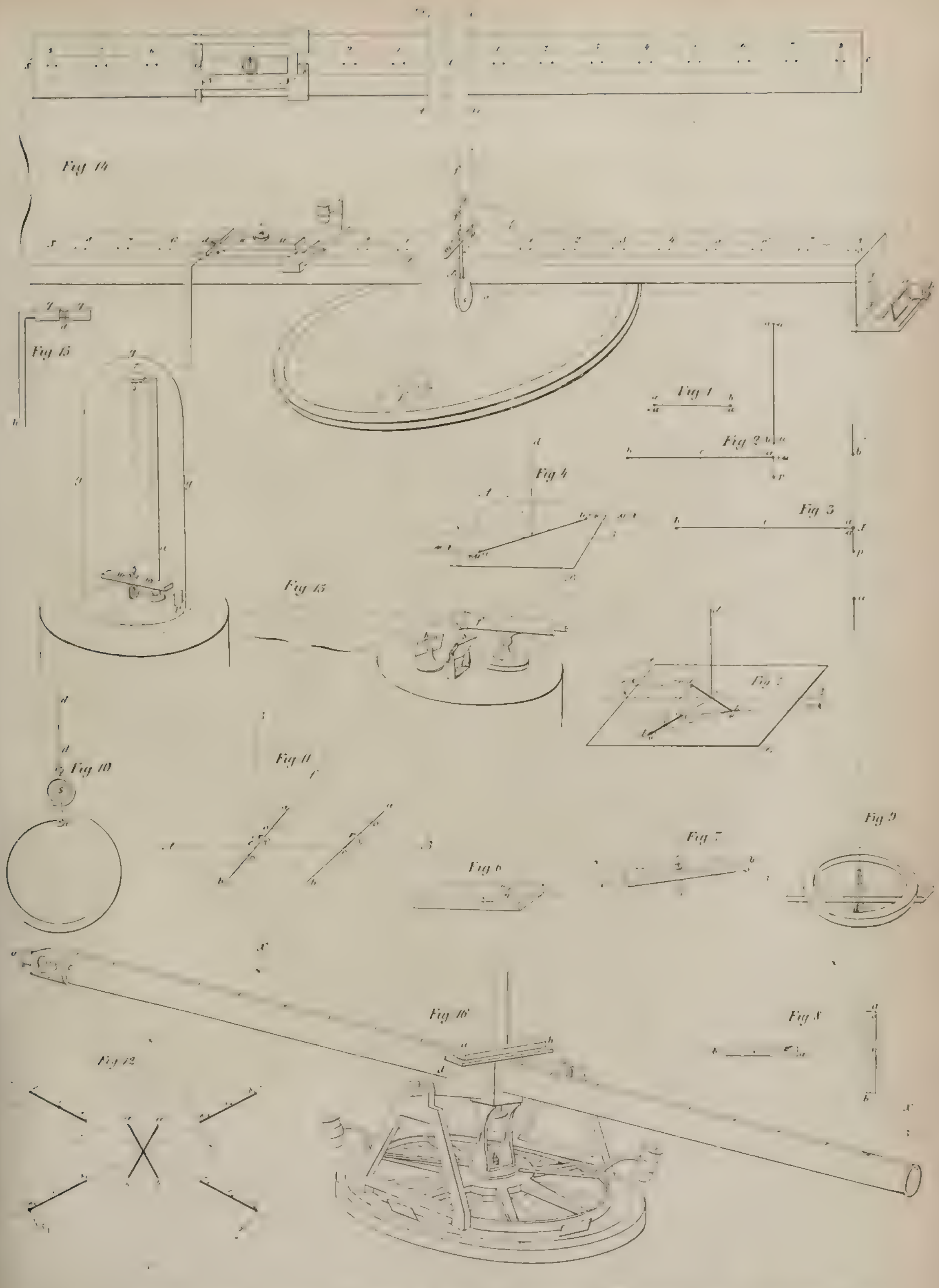


Fig 14
Fig 15
Fig 1
Fig 2
Fig 4
Fig 3
Fig 13
Fig 5
Fig 10
Fig 11
Fig 9
Fig 7
Fig 6
Fig 16
Fig 8
Fig 12

Zu Lamont's Abhandlung über Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus

Resultate
der
# magnetischen Beobachtungen
in München
während der dreijährigen Periode 1840, 1841, 1842.

Von

J. Lamont.

Resultate der magnetischen Beobachtungen in München während der dreijährigen Periode ***1840, 1841, 1842.***

Ein Theil der dreijährigen Periode, auf welche sich die zweistündigen magnetischen Beobachtungen, der ursprünglichen Bestimmung gemäss, hätten erstrecken sollen, ging bei uns, wie an den meisten Orten dadurch verloren, dass erst ein Observatorium eingerichtet werden musste. Am Anfang August 1840 waren sämmtliche Einrichtungen zu Stande gebracht, so dass die regelmässigen Beobachtungen ihren Anfang nehmen konnten: spätere Versuche zeigten aber, dass, um richtige Bestimmungen zu erhalten, Bedingungen und Vorsichtsmassregeln erforderlich waren, die zu jener Zeit, als die Beobachtungen anfingen, Niemand noch erkannt hatte. In Folge dieses Umstandes sind die Declinations-Angaben vor dem Monat Juli 1841 und die Intensitäts-Angaben vor dem Monat November desselben Jahres als unzuverlässig zu betrachten, und desshalb auch bei folgender Zusammenstellung weggelassen worden, mit Ausnahme der mittlern Declination, wobei sich die Fehler der einzelnen Aufzeichnungen wahrscheinlich getilgt haben mögen.

Täglicher Gang der Declination.

Von den nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellungen gibt die erste den täglichen Gang der Declination in Minuten an, wie ihn die monatlichen Mittel ergeben. Man wird aber bei näherer Untersuchung sich überzeugen, dass der Gang durch die Störungstage bedeutend entstellt ist, desshalb finden sich in Tabelle II dieselben monatlichen Mittel mit Auslassung der Störungstage berechnet. Auch nach dieser Verbesserung geben entsprechende Monate der Jahre 1841 und 1842 einen bedeutend verschiedenen Gang an, woraus denn folgt, dass 30 Tage auch mit Weglassung der Störungen nicht hinreichend sind, um die Unregelmässigkeiten zu eliminiren und eine richtige Darstellung des regelmässigen täglichen Ganges zu erhalten.

Man muss daher die Resultate mehrerer Jahre vereinigen; vorläufig habe ich indessen versucht, die Unregelmässigkeiten auszugleichen, indem ich je 60 Tage (2 Monate) zusammen nahm. Das Ergebniss ist in der beigegebenen lithographirten Tafel graphisch dargestellt, wobei die Tagzeit durch punktirte, die Nachtzeit durch ausgezogene Linien angezeigt wird.

Man sieht, dass der tägliche Gang im Sommer und Winter bedeutend verschieden ist. Im Sommer fängt die Bewegung gegen Westen zwischen 7 und 8 Uhr Morgens an und erreicht ihr Maximum um 1 Uhr Mittags oder sehr bald darnach. Von da fängt die Bewegung rückwärts (gegen Norden) an, und dauert bis ungefähr um Mitternacht. Hier findet eine kleine Bewegung westlich bis zwischen zwei und drei Uhr statt: alsdann tritt wieder eine nördliche Bewegung bis zwischen 7 und 8 Uhr Morgens ein.

Dieselben Hauptcharaktere erkennt man auch in den Winter-Monaten, jedoch wird hier die Bewegung bei Tage kleiner; die nächtliche Bewegung grösser, auch treffen die Wendepunkte Morgens später, Mittags und Nachts früher ein.

Ausser den Hauptwendepunkten gibt es besonders während der Nacht auch andere kleinere Bewegungen, welche in mehreren oft in allen Monaten erkannt werden können; eine merkliche Ausbeugung der Curven kommt gewöhnlich bei Sonnenuntergang vor.

Es scheint jedoch nicht zweckmässig, weitere Folgerungen oder Berechnungen auf die bisherigen Ergebnisse zu bauen, vielmehr müssen wir den Erfolg späterer Beobachtungen erwarten und bei diesen die Andeutungen benützen, welche die vorliegenden Zahlen gewähren. Insbesondere wird man bemerken, dass es nicht hinreicht, bei den geraden Stunden allein den Stand der Declination aufzuzeichnen: es scheint fast nothwendig, sämmtliche Stunden zu nehmen, mit Ausnahme etwa von 5^h, 9^h, 11^h Morgens.

Beobachtet man alle geraden und nur einen Theil der ungeraden Stunden, so kann man nur die erstern bei Berechnung der mittlern Declination zu Grunde legen. Das Mittel der geraden Stunden weicht etwas von dem wahren Mittel (den die Quadratur der täglichen Curve gibt) ab, jedoch nirgends bedeutend, wie folgende Correctionstafel zeigt, worin angegeben ist, was man zu dem Mittel der geraden Stunden hinzufügen muss, um das wahre Mittel zu erhalten.

1. Jan.	+ 0′,03	1. Mai	0′,00	1. Sept.	0′,00
1. Febr.	+ 0,01	1. Juni	0,00	1. Oct.	0,00
1. März	— 0,02	1. Juli	— 0,02	1. Nov.	+ 0,02
1. April	— 0,02	1. Aug.	+ 0,01	1. Dec.	+ 0,01

Man darf hieraus schliessen, dass, wenn es nur darauf ankommt, Mittelwerthe zu finden, zweistündige Beobachtungen vollkommen hinreichend sind.

Mittlere Declination,

ihre jährliche Abnahme und monatliche Aenderung.

Bei Luftdruck und Temperatur tritt gewöhnlich mehrere Tage, oft einen halben Monat hindurch, ein höherer, dann wieder ein niederer Stand ein: solches ist bei der magnetischen Declination (die übrigens eben so viele Zufälligkeiten, wie Luftdruck und Temperatur hat) nicht der Fall; die Bewegung eines Tages kann weit von der Bewegung des andern abweichen, aber die täglichen Mittel entfernen sich desshalb nicht beträchtlich von einander.

Tabelle V stellt die mittlere Declination von 10 — 10 Tagen dar, daneben findet sich die jährliche Abnahme angegeben, welche man erhält, wenn man jedes zehntägige Mittel von der correspondirenden Bestimmung des vorhergehenden Jahres abzieht. Nan sieht, dass für die jährliche Abnahme ziemlich verschiedene Werthe erhalten werden, unter welchen kein Gesetz zu erkennen ist. Dasselbe erhellt aus Tabelle VI, wo die monatlichen Mittel zusammengestellt sind.

Vereinigt man die Beobachtungen in Zeiträume von je 4 Monaten, so erhält man folgende Zusammenstellung:

			Declin.	Diff.
1840	Aug. — Nov.	16°	59′,3	
				2′,1
1840 — 41	Dec. — März		57′,2	
				2′,8
	Apr. — Juli		54 ,4	
				2 ,7
	Aug. — Nov.		51 ,7	
				1 ,6
1841 — 42	Dec. — März		50 ,1	
				1 ,8
	Apr. — Juli		48 ,3	
				2 ,7
	Aug. — Nov.		45 6,	

Zur Annahme einer jährlichen Periode bieten diese Zahlen keinen Grund dar, dagegen zeigen sie, dass die Saecularabnahme nicht gleichmässig ist, sondern Perioden hat. Ob diese Perioden einem Gesetze unterworfen oder zufällig sind, darüber entscheiden die bisherigen Beobachtungen noch nicht.

Täglicher Gang der horizontalen Intensität.

Den Gang der Horizontal-Intensität, wie ihn die monatlichen Mittel ergeben, enthält die Tabelle III. Um die Unregelmässigkeiten zu entfernen, ist eine zweite Berechnung vorgenommen worden, mit Hinweglassung der Störungstage; das Ergebniss ist in Tabelle IV dargelegt. Der Gang, den die beigegebene lithographirte Tafel darstellt, ist aus der Vereinigung von je 60 Tagen hervorgegangen. Die Hauptcharaktere der Intensitätscurven sind: Minimum zwischen 9 und 11 Uhr Morgens, hierauf Zunahme bis zwischen 12 und 4 Uhr Abends. Alsdann folgt ein wellenförmiger Gang, worin man vier Wellenberge unterscheidet: der erste ist ganz kurz und hat seinen höchsten Punkt in den Sommermonaten gleich nach 3 Uhr Abends, in den übrigen Monaten etwas früher; der zweite hat seinen höchsten Punkt im Mittel um 8 Uhr Abends, der dritte bildet eine nicht bedeutende Erhöhung zwischen Mitternacht und 2 Uhr Morgens. Der vierte kommt gewöhnlich um Sonnenaufgang.

Der blosse Anblick der Intensitätscurven, sowie der Declinationscurven wird die Ueberzeugung gewähren, dass der tägliche Gang der magnetischen Variationen nicht von der Sonne allein bedingt wird; höchst wahrscheinlich finden regelmässige Oscillationen der magnetischen Elemente unabhängig von dem Einflusse der Sonne statt.

Es ist übrigens nöthig, zu bemerken, dass die Magnete, die bei dem Intensitäts-Instrumente gebraucht werden, beständig an Kraft nachlassen, nach einem Verhältnisse, welches bisher noch nicht mit hinlänglicher Sicherheit ermittelt und in Rechnung gebracht werden konnte; desshalb bleibt einige, wiewohl in ziemlich enge Gränzen eingeschlossene Unsicherheit in der Bestimmung des täglichen Ganges übrig.

Verbindet man die Aenderungen der Declination mit denen der Horizontal-Intensität, so erhält man die in der lithographirten Tafel gezeichneten Figuren, bei denen wieder die Tagbewegung mit punktirten, die Nachtbewegung mit ganzen Linien dargestellt ist.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die totale Kraft des Erdmagnetismus unverändert bleibt, und die wahrgenommenen Variationen sich nur auf die Richtung beziehen, so dass durch die Aenderungen der Horizontal-Intensität jene der Inclination gegeben sind. Nach dieser Voraussetzung würde die Zeichnung die Bewegung des Nordendes eines freien, in der Richtung der erdmagnetischen Kraft befindlichen Magnets darstellen.

Man sieht, dass im Sommer die Curve mit zwei Ellipsen Aehnlichkeit hat, wovon die grössere bei Tag, die kleinere bei der Nacht durchlaufen wird. Der astronomische Meridian steht auf der grossen Axe beider Ellipsen senkrecht. Im Winter werden die Curven viel complizirter, jedoch lässt sich der Uebergang von einer Monatcurve zur andern nachweisen.

Absolute Horizontal-Intensität, ihre jährliche Periode und Saecularänderung.

Tabelle VII gibt die monatlichen Mittel der absoluten Horizontal-Intensität, berechnet aus den zweistündigen Beobachtungen; die bei der Reduction gebrauchten Elemente (insbesondere die tägliche Abnahme des Magnetismus der Ablenkungsmagnete) bedürfen wohl noch einiger Verbesserungen, wodurch jedoch das Endresultat nicht beträchtlich geändert werden wird.

Im Monat Mai scheint eine besondere Störung, wahrscheinlich beim Instrumente vorgekommen zu seyn, ich glaube desshalb, dass das Ergebniss dieses Monats vorläufig unberücksichtigt bleiben müsse.

Die Vergleichung der Monate November und December der Jahre 1841 und 1842 gibt eine jährliche Zunahme der Horizontal-Intensität von 0,0048, was (wenn die totale Intensität unverändert bleibt) einer Abnahme der Inclination von etwa 4′ entsprechen würde. Bringt man die Zunahme der Intensität bei den Zahlen der Tabelle

VII in Rechnung und lässt den Monat Mai weg, so hat man die Intensität auf die Mitte des Jahres 1842 reducirt, wie folgt

1842	Jan. — März . .	1,9326
	April — Juni . .	1,9311
	Juli — Sept. . .	1,9298
	Oct. — Dec. . .	1,9317

Eine jährliche Periode stellt sich deutlich heraus: Das Maximum tritt im März, das Minimum im September ein.

Die Bewegungen der Intensität sind von denen der Declination in so ferne sehr verschieden, als die mittlere Intensität (analog mit dem Barometerstande) *mehrere Tage* hindurch grösser, dann wieder kleiner ist, während die mittlere Declination mehrerer auf einander folgender Tage wohl nie *beständig* über oder unter dem wahren Mittel bleibt.

Terminbeobachtungen.

Die Terminbeobachtungen hat man bisher benützen wollen

a) zur Bestimmung des täglichen Ganges,

b) zur Bestimmung der mittlern Declination,

c) zur Bestimmung der Art und Weise, nach welcher sich die Störungen an verschiedenen Orten gleichzeitig äussern.

Der letztere Zweck ist in den bisherigen Beobachtungen nicht erreicht worden, weil keine bedeutende Störung während eines Termines noch eingetreten ist, auch ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Störung während eines Termins eintrete, sehr gering.

In dem täglichen Gange kommt keine Bewegung vor, die nicht durch stündliche Beobachtungen hinreichend bestimmt wäre; die zwischen den Stunden gemachten Aufzeichnungen lehren die schnell vorübergehenden Unregelmässigkeiten kennen, zur Bestimmung des regelmässigen Ganges tragen sie nichts bei.

In wie weit die Termine zur Bestimmung der mittleren Declination und ihrer jährlichen Aenderung mit Erfolg verwendet werden können, lehrt folgende Tabelle, wobei als *wahre Declination* das Mittel der zweistündlichen Beobachtungen von dreissig vorhergehenden und dreissig nachfolgenden Tagen genommen ist.

Termin	Wahre Declination	Declination abgeleitet aus			Correction der Resultate		
		dem ganzen Termin	allen Stunden	den geraden Stunden	des ganzen Termins	aller Stunden	d. geraden Stunden
1840							
Aug.	16° 60′,36	59′,54	59′,50	57′,90	+ 0′,82	+ 0′,86	+ 2′,46
Sept.	59 ,24	59 ,57	59 ,97	60 ,55	— 0 ,33	— 0 ,73	— 1 ,31
Oct.	58 ,77	59 ,18	59 ,07	59 ,72	— 0 ,41	— 0 ,30	— 0 ,95
Nov.	58 ,07	57 ,97	57 ,71	57 ,69	+ 0 ,10	+ 0 ,36	+ 0 ,28
Dec.	57 ,47	55 ,61	55 ,72	55 ,60	+ 1 ,86	+ 1 ,75	+ 1 ,87
1841							
Febr.	56 ,93	57 ,08	56 ,90	56 ,06	— 0 ,15	+ 0 ,03	+ 0 ,87
April	55 ,64	54 ,60	54 ,87	54 ,94	+ 1 ,04	+ 0 ,77	+ 0 ,70
Mai	55 ,56	53 ,87	53 ,69	53 ,50	+ 1 ,69	+ 1 ,87	+ 2 ,06
Juni	53 ,37	54 ,74	54 ,71	54 ,63	— 1 ,37	— 1 ,34	— 1 ,26
Juli	53 ,25	53 ,73	53 ,84	54 ,01	— 0 ,48	— 0 ,59	— 0 ,76
Aug.	52 ,47	52 ,85	52 ,74	53 ,11	— 0 ,38	— 0 ,27	— 0 ,64
Sept.	51 ,72	51 ,70	51 ,65	51 ,84	+ 0 ,02	+ 0 ,07	— 0 ,12
Oct.	50 ,90	49 ,00	49 ,11	48 ,72	+ 1 ,90	+ 1 ,89	+ 2 ,18
Nov.	51 ,07	51 ,20	51 ,23	50 ,65	— 0 ,13	— 0 ,16	+ 0 ,42
Dec.	50 ,60	50 ,65	50 ,40	50 ,94	— 0 ,05	+ 0 ,20	— 0 ,34

Die wahrscheinlichen Fehler der Mittel für den ganzen Termin, alle Stunden und den geraden Stunden verhalten sich wie

1,0 : 1,0 : 1,4

Man sieht, dass es für die Bestimmung der mittleren Declination ganz gleichgültig ist, ob man alle Stunden oder alle fünf Minuten beobachtet. Dass der wahrscheinliche Fehler des Mittels der geraden Stunden etwas grösser ausfällt, ist wohl nur als zufällig zu betrachten; wenn man nur ein paar Tage, wo die beträchtlichsten Abweichungen vorkommen, ausliesse, so würde der Unterschied nahe verschwinden.

Was hier von der Declination gesagt ist, gilt von der Intensität ebenfalls; ohnehin ist die Abweichung der einzelnen Tage vom Mittel weit grösser bei der Intensität als bei der Declination.

Tabelle I.

Täglicher Gang der Declination, nach den monatlichen Mitteln,

in Scalatheilen zu 1',05.

	Morgens									Abends								
	2^h	4^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	8^h	10^h	12^h
1841																		
Juli	0,97	0,97	0,20	0,04	0,00	1,69	3,59	5,83	8,26	9,59	9,32	8,30	6,82	5,26	3,82	2,30	2,02	2,03
Aug.	0,56	1,43	0,15	0,00	0,66	1,92	3,91	6,71	8,96	10,05	9,40	7,97	5,41	4,20	2,49	1,90	0,84	0,13
Sept.	0,80	1,88	2,44	1,43	0,73	1,64	3,85	6,34	8,74	9,09	8,75	7,10	3,91	3,17	2,49	1,16	0,00	0,19
Oct.	1,99	1,88	2,32	2,09	1,39	1,70	3,52	6,03	7,43	7,89	6,92	4,72	4,59	1,99	1,40	0,79	0,00	0,34
Nov.	1,71	2,26	3,58	3,11	3,09	3,03	3,97	5,54	6,55	6,62	6,01	4,12	2,27	3,50	2,21	0,00	0,79	0,63
Dec.	2,76	2,88	2,88	2,87	2,97	2,59	3,72	4,84	5,30	5,72	4,91	4,39	2,60	2,72	1,42	0,83	0,00	1,24
1842																		
Jan.	2,16	2,40	2,36	2,36	2,24	2,66	3,49	4,42	5,35	5,72	4,46	3,67	3,37	3,24	2,92	1,45	0,00	0,77
Febr.	0,31	0,96	1,07	1,46	1,54	1,79	2,63	4,00	5,49	6,05	5,74	4,91	3,80	2,18	2,84	1,04	0,39	0,00
März	1,24	1,22	1,29	0,49	0,08	0,88	2,92	5,28	7,31	8,02	7,08	5,99	4,27	3,29	2,92	1,39	0,00	0,40
April	1,23	1,28	1,80	0,49	0,00	0,75	3,11	5,88	8,54	9,84	9,19	7,50	5,48	4,05	3,00	1,98	1,41	1,54
Mai	2,28	1,72	0,47	0,00	0,29	1,67	3,65	6,61	8,96	9,16	8,71	7,40	6,05	4,92	3,51	3,29	2,97	2,55
Juni	2,36	1,69	0,63	0,05	0,00	1,07	3,02	5,66	7,89	9,31	9,47	8,27	7,59	6,18	4,91	2,72	2,80	1,73
Juli	1,90	1,75	1,46	0,00	0,10	1,13	3,13	5,22	7,19	8,08	8,38	7,92	6,63	5,49	4,57	3,13	1,04	1,17
Aug.	1,67	0,81	0,42	0,00	0,30	1,54	4,20	6,20	7,92	8,90	8,09	6,73	4,98	3,65	2,52	2,55	1,82	1,59
Sept.	0,74	0,74	0,55	0,00	0,25	1,76	3,82	5,86	7,56	7,60	6,61	5,02	3,18	2,28	2,05	0,24	0,68	0,20
Oct.	2,38	2,18	2,12	1,14	0,25	0,52	2,55	4,92	6,35	6,96	6,47	4,83	4,03	2,82	1,80	1,03	0,00	0,81
Nov.	1,72	2,57	2,33	1,99	1,91	1,93	2,83	4,37	5,36	5,68	4,38	3,40	2,55	2,39	2,24	1,17	0,00	0,83
Dec.	1,27	1,76	1,46	1,35	1,30	1,36	2,17	2,90	3,65	3,98	3,42	2,71	2,22	1,79	1,28	0,28	0,00	0,77

Tabelle II.

Täglicher Gang der Declination nach den monatlichen Mitteln mit Hinweglassung der Störungstage,

in Scalatheilen zu 1′,05.

	Morgens									Abends								
	2	4	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	8	10	12
1841																		
Juli	0,9	0,9	0,2	0,0	0,0	1,6	3,5	5,8	8,2	9,5	9,3	8,3	6,8	5,2	3,8	2,3	2,0	2,0
Aug.	1,2	1,3	0,1	0,0	0,3	2,1	3,8	6,6	8,8	9,8	9,0	7,7	5,0	4,0	2,8	1,9	1,1	0,5
Sept.	1,3	0,9	1,5	0,8	0,0	0,8	2,9	5,6	7,7	8,0	7,3	5,9	3,5	2,3	1,5	0,7	0,1	0,4
Oct.	3,0	2,3	2,4	2,1	1,6	1,9	4,0	6,6	7,9	8,3	7,6	5,0	4,8	2,7	1,8	0,0	0,6	1,4
Nov.	1,8	2,1	2,8	2,4	2,2	2,2	3,2	4,8	5,9	6,0	5,4	3,5	2,6	2,8	1,6	0,0	0,4	0,9
Dec.	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,5	3,7	4,8	5,2	5,6	4,8	4,2	2,4	2,5	1,3	1,0	0,0	1,3
1842																		
Jan.	2,2	2,5	2,5	2,5	2,4	2,8	3,6	4,6	5,5	5,8	4,5	3,8	3,5	3,4	3,0	1,5	0,0	1,3
Febr.	0,9	0,6	0,9	0,9	0,8	1,0	1,8	3,2	4,6	5,0	4,9	3,9	2,8	1,6	1,8	0,0	0,5	0,0
März	1,4	1,3	1,4	0,6	0,0	0,6	2,9	4,9	6,9	7,6	7,2	5,9	4,0	3,0	2,7	1,4	0,4	0,7
April	1,4	1,2	1,4	0,5	0,0	0,7	3,1	5,8	8,4	9,7	9,0	7,3	5,4	4,1	3,1	2,2	1,5	1,6
Mai	2,8	1,9	0,6	0,1	0,0	1,8	3,8	6,4	8,3	8,9	8,6	7,3	6,1	5,0	3,7	3,4	3,1	2,6
Juni	3,0	2,0	0,4	0,2	0,0	1,0	3,0	5,5	7,8	9,3	9,5	8,2	7,5	6,0	4,9	3,3	3,0	2,5
Juli	2,5	1,8	0,3	0,0	0,4	1,5	3,1	5,7	7,4	8,7	9,0	8,4	7,1	5,8	5,0	3,5	2,2	1,8
Aug.	1,7	0,8	0,4	0,0	0,3	1,6	4,2	6,2	7,9	8,9	8,1	6,8	5,0	3,7	2,5	2,6	1,8	1,6
Sept.	0,6	0,6	0,5	0,1	0,2	1,5	3,7	5,7	7,4	7,5	6,5	4,7	3,1	2,1	1,9	0,6	0,6	0,0
Oct.	2,4	2,2	2,2	1,1	0,3	0,6	2,6	5,0	6,4	7,0	6,5	4,9	4,1	2,9	1,8	1,1	0,0	0,8
Nov.	1,5	2,2	2,0	1,7	1,5	1,6	2,4	3,8	4,9	5,1	4,1	3,0	2,6	2,0	1,8	0,7	0,0	1,2
Dec.	1,3	1,8	1,5	1,3	1,3	1,4	2,2	2,9	3,6	4,0	3,4	2,7	2,2	1,8	1,3	0,3	0,0	0,8

Tabelle III.

Täglicher Gang der Horizontal-Intensität nach den monatlichen Mitteln, in Theilstrichen zu 0,00011967 der Horizontal-Intensität ausgedrückt.

	Morgens									Abends								
	2	4	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	8	10	12
1841																		
Nov.	3,22	4,66	4,50	4,34	4,55	3,23	1,74	0,02	0,00	1,57	0,94	0,34	0,45	2,16	2,44	2,59	1,62	1,63
Dec.	2,63	4,14	5,58	5,80	5,77	5,01	3,65	2,20	4,07	3,98	1,67	0,68	0,80	1,00	0,00	0,30	2,24	1,92
1842																		
Jan.	0,54	1,64	3,32	4,14	3,40	1,68	0,00	0,13	1,79	2,30	2,79	2,02	1,17	0,92	1,42	1,39	1,02	0,44
Febr.	2,83	3,42	4,27	4,33	3,53	2,39	0,69	0,00	0,39	1,17	2,18	1,38	0,94	0,33	1,87	2,99	1,53	2,10
März	5,44	5,80	5,61	4,39	3,01	0,60	0,00	0,47	2,41	3,97	5,26	5,99	5,00	4,64	5,61	5,71	5,70	4,50
April	11,58	10,21	9,16	7,14	4,36	1,92	0,61	0,00	3,46	7,48	8,79	11,64	11,38	11,06	11,71	15,08	12,90	13,52
Mai	7,36	6,44	4,99	3,19	1,09	0,00	0,52	3,61	5,20	5,71	6,84	8,55	7,74	17,23	9,11	9,56	9,62	8,39
Juni	8,53	9,91	3,82	1,12	0,30	0,25	0,00	2,25	4,81	6,49	9,15	11,40	11,56	10,93	11,85	11,28	11,45	9,62
Juli	12,02	10,70	7,50	5,48	2,36	0,00	1,58	3,24	5,08	6,86	10,36	11,34	13,13	13.68	14,34	15,56	14,02	12,45
Aug.	10,23	8,91	7,39	2,98	0,58	0,00	1,35	2,54	6,61	9,73	10,26	11,11	11,67	10,52	11,81	15,16	15,37	13,02
Sept.	10,14	9,58	7,28	4,73	1,97	0,80	0,00	2,04	6,36	9,19	10,93	10,89	9,57	9,96	11,29	13,76	12,18	11,64
Oct.	8,52	9.24	8,87	7,60	4,82	2,23	0,00	0,71	2,61	4,62	6,46	5,74	5.57	6,99	7,65	8,37	9,62	8,43
Nov.	5.35	6,32	5,88	5,61	4,66	2,54	0,00	0,12	0,66	1,20	1,05	1,09	1,17	2,35	3,64	5,53	3,71	4,33
Dec.	1,46	2,86	4,12	3,78	3,09	1,18	0,00	0,00	0,41	1,27	1,16	1,69	1,32	1,31	2,00	0,76	0,93	1,56

Tabelle IV.

Täglicher Gang der Horizontal-Intensität nach den monatlichen Mitteln, mit Hinweglassung der Störungstage, in Theilstrichen zu 0,00011967 der Horizontal-Intensität ausgedrückt.

	Morgens									Abends								
	2	4	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	8	10	12
1841																		
Nov.	1,3	2,2	3,9	3,3	3,8	2,4	1,6	1,1	0,2	1,3	0,6	0,0	0,5	1,0	1,3	0,3	1,3	0,6
Dec.	0,0	2,0	3,1	3,0	2,8	2,2	0,9	0,9	2,1	2,2	0,9	1,7	1,3	2,0	1,3	0,8	1,3	0,2
1842																		
Jan.	0,9	1,8	3,4	4,2	3,5	1,8	0,0	0,2	1,4	2,1	2,4	1,7	1,0	0,9	1,4	1,3	0,8	0,2
Febr.	3,3	3,8	4,4	4,4	3,4	2,3	0,5	0,0	0,2	0,9	1,6	1,0	1,2	0,7	2,4	3,9	2,5	2,0
März	6,1	6,4	6,2	5,0	3,7	1,3	0,0	0,8	2,9	4,2	6,0	5,9	5,7	6,5	6,6	6,3	6,1	5,4
April	9,2	6,9	7,3	5,7	3,1	1,3	0,7	0,0	3,5	6,5	8,5	10,4	11,2	10,0	10,9	13,2	10,6	11,1
Mai	7,3	5,9	5,0	3,1	0,9	0,0	1,0	3,1	4,9	6,7	8,3	9,7	8,9	8,5	9,9	10,0	9,9	8,6
Juni	9,4	7,7	4,8	3,0	1,4	0,0	0,1	2,3	4,7	6,5	8,3	11,1	10,9	10,5	11,2	12,8	12,3	10,3
Juli	9,2	8,4	5,2	3,8	1,6	0,0	0,3	1,6	3,4	5,5	8,2	9,4	11,0	10,3	10,9	12,4	12,0	9,4
Aug.	9,1	7,1	5,8	3,2	0,0	0,0	0,1	1,8	5,4	8,5	9,4	9,6	10,1	10,0	10,8	14,3	13,8	11,2
Sept.	10,0	9,2	7,6	5,2	2,3	0,8	0,0	2,1	6,2	9,4	10,9	11,0	10,0	10,4	11,7	13,3	13,3	12,2
Oct.	7,5	8,0	7,6	6,5	4,3	4,4	0,0	0,1	2,0	4,2	5,7	5,7	6,2	7,7	8,4	8,7	8,3	8,3
Nov.	3,4	3,5	4,7	4,8	3,5	1,6	0,0	0,3	0,6	1,3	1,3	1,2	1,8	2,2	3,3	4,3	3,4	3,6
Dec.	1,4	2,8	4,1	3,9	3,2	1,0	0,0	0,1	0,9	1,6	1,7	2,1	1,8	1,7	2,0	1,9	1,6	2,0

Tabelle V.

Mittlere Declination von 10 zu 10 Tagen, abgeleitet aus zweistündlichen Beobachtungen.

Zeit	Mittlere Declination	Zeit	Mittlere Declination	Differenz vom vorigen Jahre	Zeit	Mittlere Declination	Differenz vom vorigen Jahre
1840		1841			1842		
Aug. 1—10	16° 60′,6	Aug. 1—10	16° 53′,0	7′,6	Aug. 1—10	16° 46′,2	6′,8
11—20	60,4	11—20	52,6	7,8	11—20	46,6	6,0
21—31	60,3	21—31	53,3	7,0	21—31	46,7	6,6
Sept. 1—10	60,3	Sept. 1—10	52,6	7,7	Sept. 1—10	46,0	6,6
11—20	59,4	11—20	51,6	7,8	11—20	45,9	5,7
21—30	59,2	21—30	51,0	7,6	21—30	45,7	5,3
Oct. 11—10	58,3	Oct. 1—10	51,1	7,2	Oct. 1—10	45,6	5,5
1—20	58,7	11—20	50,6	8,1	11—20	45,7	4,9
21—31	59,1	21—31	50,4	8,7	21—31	45,3	5,1
Nov. 1—10	58,7	Nov. 1—10	51,4	7,3	Nov. 1—10	44,6	6,8
11—20	58,5	11—20	51,5	7,0	11—20	44,4	7,1
21—30	58,2	21—30	51,2	7,0	21—30	44,5	6,7
Dec. 1—10	58,3	Dec. 1—10	50,5	7,8	Dec. 1—10	43,7	6,8
11—20	57,3	11—20	50,9	6,4	11—20	43,9	7,0
21—31	57,0	21—31	50,5	6,5	21—31	43,5	7,0
1841		1842					
Jan. 1—10	56,8	Jan. 1—10	50,6	6,2			
11—20	58,8	11—20	50,1	8,7			
21—31	57,4	21—31	50,9	7,5			
Febr. 1—10	56,7	Febr. 1—10	50,5	6,2			
11—20	58,0	11—20	49,8	8,2			
20—28	56,6	21—28	49,1	7,5			
März 1—10	56,8	März 1—10	49,3	7,5			
11—20	56,5	11—20	49,9	6,6			
21—31	57,0	21—31	50,2	6,8			
April 1—10	56,6	April 1—10	48,9	7,7			
11—20	55,8	11—20	48,8	7,0			
21—30	55,1	21—30	49,1	6,0			
Mai 1—10	54,6	Mai 1—10	49,0	5,6			
11—20	55,1	11—20	49,0	6,1			
21—31	54,6	21—31	47,8	6,8			
Juni 1—10	53,5	Juni 1—10	47,9	5,6			
11—20	53,2	11—20	48,5	4,7			
21—30	53,8	21—26	48,4	5,4			
Juli 1—10	54,0	Juli 1—10	49,0	5,0			
11—20	52,9	11—20	46,9	6,0			
21—31	53,1	21—31	46,4	6,7			

Tabelle VI.

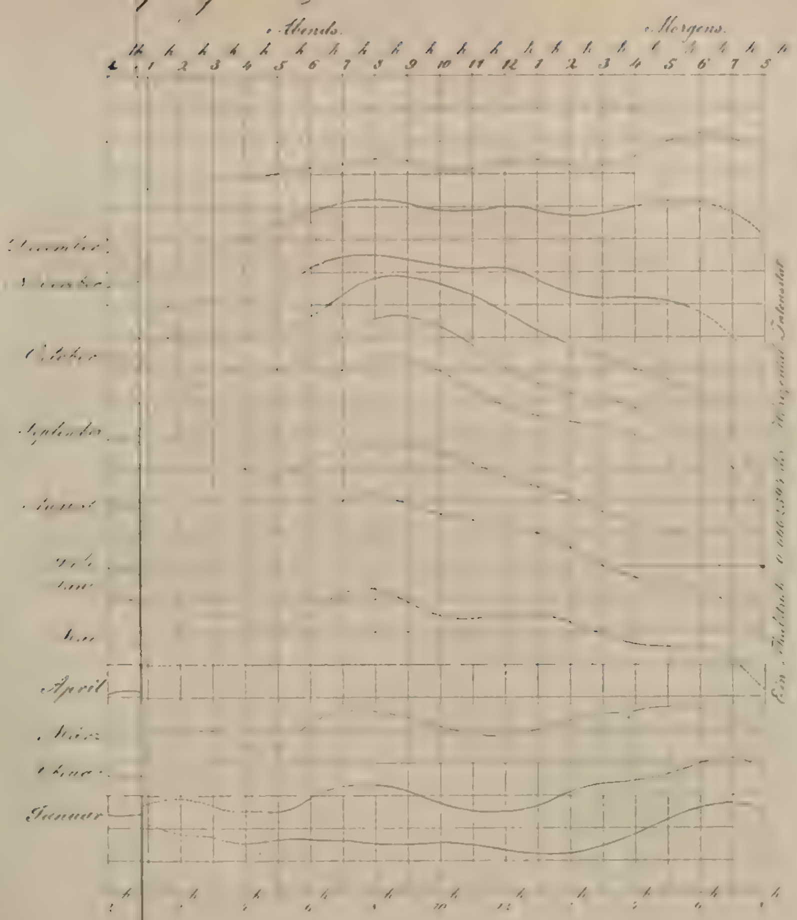
Monatliche Mittel der Declination, abgeleitet aus zweistündlichen Beobachtungen.

	1840	1841	1842
Jan.	—	16° 57′,60	16° 50′,18
Febr.	—	56,98	49,84
März	—	56,86	49,81
April	—	55,82	48,95
Mai	—	54,77	48,61
Juni	—	53,51	48,24
Juli	—	53,35	47,42
Aug.	16° 60′,39	53,00	46,49
Sept.	59,61	51,73	45,38
Oct.	58,76	50,69	45,48
Nov.	58,46	51,39	44,53
Dec.	57,52	50,61	43,68

Tabelle VII.

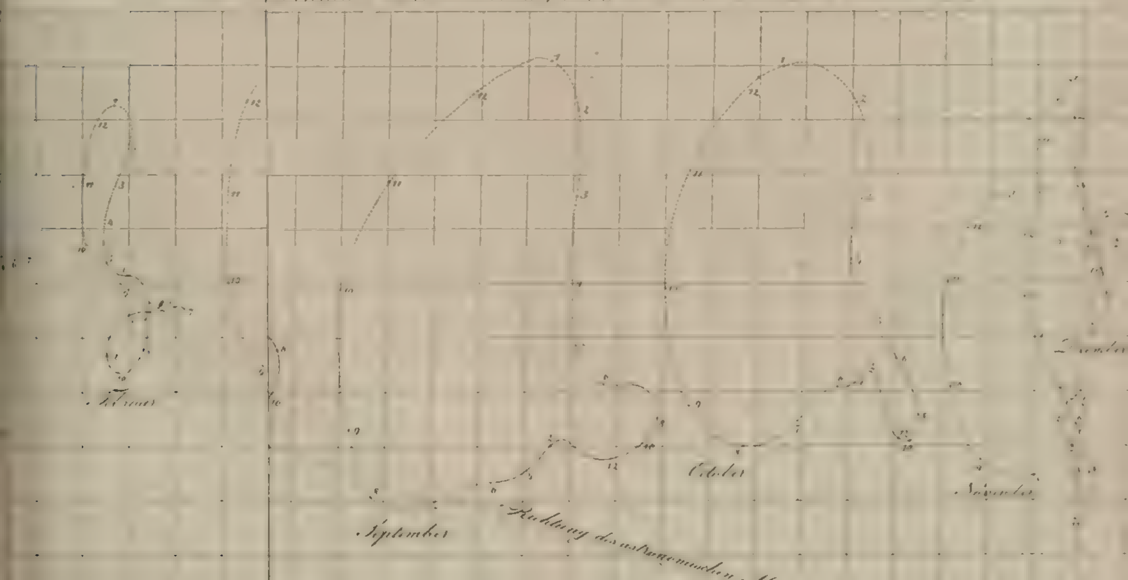
Monatliche Mittel der Horizontal-Intensität in absolutem Maase nach zweistündlichen Beobachtungen.

1841	Nov.	1,9295	1842	Juni	1,9304
	Dec.	1,9305		Juli	1,9307
1842	Jan.	1,9304		Aug.	1,9297
	Febr.	1,9309		Sept.	1,9316
	März	1,9318		Oct.	1,9318
	April	1,9311		Nov.	1,9338
	Mai	(1,9346)		Dec.	1,9356

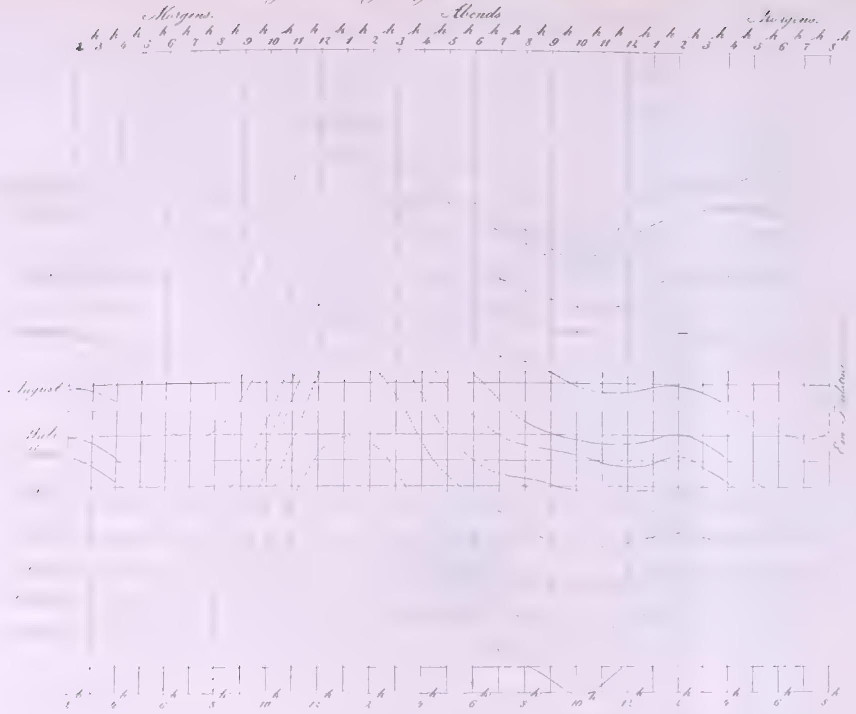


-Intensität

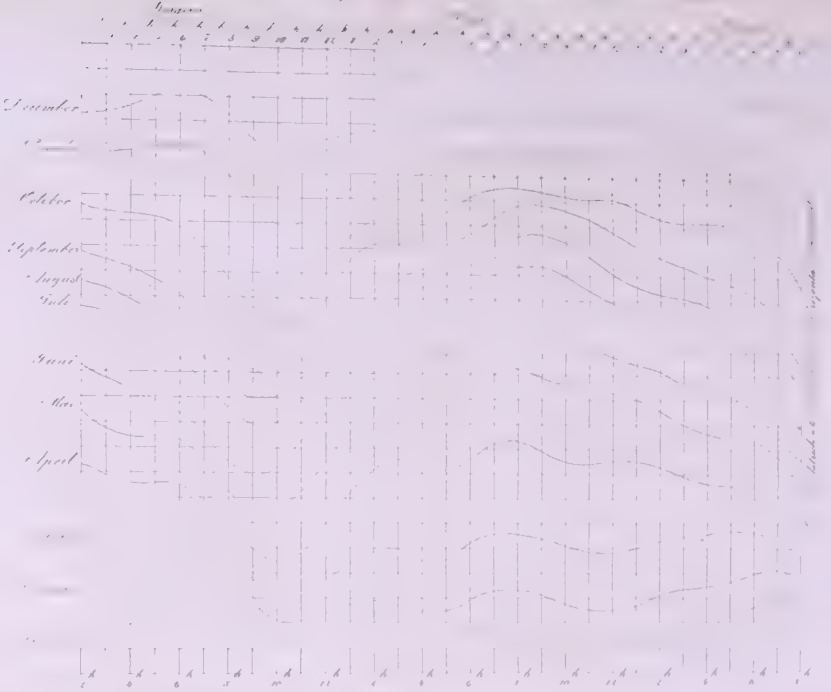
Die ebenden Nadel darstellen, wenn die totale Intensität constant ist.



I. Täglicher Gang der Declination

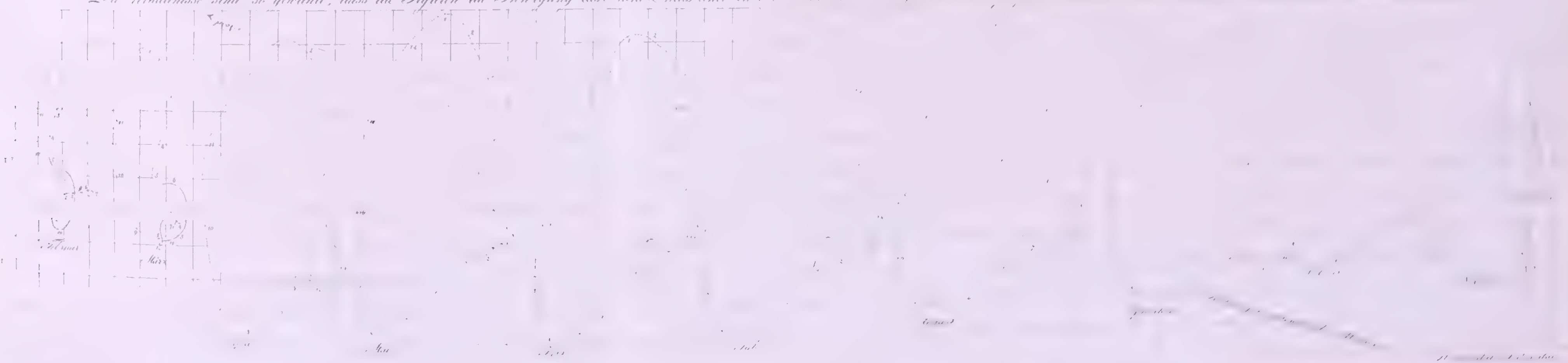


II. Täglicher Gang der Horizontal-Intensität



III. Darstellung des täglichen Ganges der Declination und Horizontal-Intensität

Die Verhältnisse sind so gewählt, dass die Figuren die Bewegung des Nord-Endes einer in … [illegible]



Zu Lamonts Resultaten der magnetischen Beobachtungen in München.

Abhandl. der mathem. physic. Classe Bd. III 3. Abth.

Ueber

quantitative Analyse

durch

physikalische Beobachtungen.

Von

Conservator Steinheil.

Ueber quantitative Analyse durch physikalische Beobachtungen.

Wenn verschiedenartige Dinge mit einander verglichen werden sollen, so muss das Maass der Vergleichung allen zukommen, aber in verschiedenem Grade. Die Vergleichung beruht dann darauf, das Mehr und Weniger nach der gemeinsamen Eigenschaft zu ermitteln.

Wir vergleichen die Körper nach ihrer absoluten Schwere. Dabei wird irgend eine Wirkung der Schwerkraft als Einheit angenommen und ermittelt, wie viele solcher Einheiten jedem der zu vergleichenden Körper zukommen. Wir vergleichen sie nach spezifischer Schwere. Hier setzt man für alle gleich grosse Raumerfüllung voraus, und bestimmt für diese die entsprechenden Einheiten der Schwerkraft. Nimmt man aber gleich viele Einheiten der Schwerkraft für alle an, so sind die Räume, welche sie erfüllen, nicht mehr für alle gleich und die Beobachtung oder Vergleichung bestimmt dann diese. — Aber so wie wir hier die Ausdehnungen und die relativen Einwirkungen der Schwere zu Vergleichungseinheiten gewählt haben, weil sie allen Körpern zukommen, aber bei jedem numerisch verschieden vom andern; eben so können wir auch andere Eigenschaften, die mehreren Körpern zugleich zukommen, als Maass derselben wählen.

Wir vermögen also jeden Körper zu bezeichnen und von dem andern dadurch zu unterscheiden, dass wir angeben, *wie viel* Einheiten einer gewissen Eigenschaft ihm zukommen, wobei aber immer die Einheiten ganz willkührlich bleiben und durchaus nicht mit einander verglichen werden können, weil sie auf Ungleichartigem beruhen.

Wenn indessen, wie wir eben sahen, die Körper einzeln bestimmt sind durch das Wieviel einer gewissen Eigenschaft; sollte nicht auch in einer Verbindung von zwei oder mehreren Körpern sich umgekehrt aus dem Wieviel verschiedener Eigenschaften das Wieviel einer gewissen Eigenschaft bestimmen lassen? Aber wir nennen quantitative Bestimmung das Wieviel *der Schwere.* — Unsere Vorstellung hat sich an diese Maasseinheit ganz gewöhnt. Quantitative Analyse glauben wir müsse in Gewichtseinheiten gegeben seyn, obschon im Grunde nur die Sicherheit ihrer Messungsmittel dafür spricht. — Bleiben wir also bei der Schwere, so stellt sich die Frage, ob durch das Wieviel anderer Eigenschaften das Wieviel jedes Körpers in einem Gemenge bestimmt werden könne.

Gewiss nur in solchen Fällen, wo durch die Verbindung der zwei Körper (wenn wir uns vorläufig auf diese Zahl beschränken) die gemeinsame Eigenschaft *nicht* verschwindet, sondern entweder ungeändert übergeht auf die Verbindung oder aber nur Modifikationen erleidet, welche nach dieser Eigenschaft noch commensurabel bleiben.

Dieser Weg der quantitativen Bestimmung kann folglich *nie allgemein anwendbar* werden. Indessen kann er sich mit Vortheil auf sehr viele Verbindungen ausdehnen lassen. Betrachten wir vorerst Auflösungen und Gemenge von Flüssigkeiten. —

Sey ein Gemenge von zweierlei Flüssigkeiten gegeben. Was ist zur Bestimmung der relativen Quantität von jeder durch physikalische Beobachtungen erforderlich?

Die Aufgabe ist: man soll bestimmen die Gewichtsprocente α der einen Substanz. Wir verlangen also Vergleichung der beiden Stoffe nach Einheiten der Gravitationswirkung und zwar für den speciellen Fall, wo die Summe für beide Stoffe $= 100$, eine schon gegebene Grösse ist. Dadurch sind aber die Gewichtsprocente β der andern Substanz auch gegeben, wie man α kennt, weil $\alpha + \beta = 100$ seyn soll, folglich $\beta = 100 - \alpha$ wird, was zur Elimination an β ausreicht.

In diesem Falle ist also nur noch Eine unbekannte Grösse zu bestimmen. Nehmen wir nun an, zu ihrer Bestimmung diene die Beobachtung A irgend einer physikalischen Eigenschaft, wo wir unter A den Zahlenwerth verstehen, der das Mehr oder Weniger dieser Eigenschaft an dem zur Messung derselben bestimmten Instrumente ausdrückt. Dann ist klar, dass, wenn die Eigenschaft auch in der Verbindung des Körpers mit einem andern noch besteht, eine Relation stattfinden müsse zwischen dem Procentgehalt α und der Beobachtung A. Welcher Art aber auch immer dieser wechselseitige Zusammenhang zwischen A und α seyn mag, so wissen wir, dass sich A darstellen lässt durch eine Reihe, die nach den Potenzen von α fortschreitet; dass man also hat:

$$A = M + N\alpha + O\alpha^2 + P\alpha + \ldots \qquad \text{(I)}$$

wo M, N, O, u. s. w. Constante bedeuten, die sich nach der Natur des gelösten Stoffes und nach der Natur des Lösungsmittels richten.

Dieser Ausdruck bildet die Grundlage unserer bisherigen Areometrie. Denn gesetzt, man beobachte so vielerlei, nach bekannten Verhältnissen zusammengesetzte Gemenge, als nöthig sind, um M, N, O, P u. s. f. zu bestimmen, so ergibt sich die numerische Relation zwischen A und α für jeden Werth von α. Ist diese Relation aber einmal etwa tabellarisch hergestellt, dann dient die blosse Beobachtung von A, um aus dieser Tabelle das entsprechende α zu finden. So sind die Verbindungen von Weingeist und Wasser, von Zucker und Wasser, von Säuern und Wasser, von Alkalien und Wasser bearbeitet und so könnten noch viele Verbindungen von zweierlei Stoffen folgereich behandelt werden.

Dabei ist es nicht nöthig, sich unter A die Beobachtung der specifischen Schwere — etwa die Angabe des Areometers zu denken; denn A kann jede physikalische Eigenschaft seyn, durch welche sich die zwei gemengten Körper quantitativ unterscheiden und die sich genau beobachten oder überhaupt so bestimmen lässt, wie es der speciellen Anforderung gerade am besten entspricht.

In meiner optischen Gehaltsprobe ist A gegeben durch die Grösse des Unterschiedes der Brechbarkeit des Lichtes, und je nachdem man nun andere Scalen für die Werthe der A entwirft, sind die Angaben nach Gewichtsprocenten, nach Volumen oder nach irgend einer gewählten Einheit. — Eben so würden sich noch viele physikalische Eigenschaften behandeln und messbar machen lassen; aber so lange es nur darauf ankömmt, zwei Körper in einem Gemenge quantitativ zu ermitteln, ist diess unnöthig, da schon

Eine Eigenschaft — etwa die Schwere — oder die Brechbarkeit — wie wir oben gezeigt haben, zu dieser Bestimmung ausreicht.

Betrachten wir nun aber den Fall etwas näher, wo drei Körper eine Auflösung bilden, und die Procentgehalte von jedem derselben auf ähnlichem Wege ermittelt werden sollen.

Hier hängt die Beobachtung A nicht mehr wie in (I) nur ab von Constanten und Potenzen von α, sondern, wenn wir den Procentgehalt des dritten Stoffes durch β bezeichnen, auch von β und seinen Potenzen; man müsste also setzen

$$\left.\begin{aligned} A = M + N\alpha + O\alpha^2 + \ldots \\ + M' + N'\beta + O'\beta^2 + \ldots \end{aligned}\right\} \quad \text{(II)}$$

Aber zur Bestimmung von α und β reicht Eine Gleichung nicht hin. Wir müssen also noch eine andere, von α und β abhängige, aber von ersterer wesentlich verschiedene Relation herstellen, wenn beide getrennt werden sollen. Eine solche Relation geht hervor aus der Beobachtung einer zweiten physikalischen Eigenschaft an dem Gemenge. Denn sey B, analog mit A, die numerische Angabe der zweiten Eigenschaft, so hat man eben so wie oben

$$\left.\begin{aligned} B = m + n\alpha + o\alpha^2 + \ldots \\ + m' + n'\beta + o'\beta^2 + \ldots \end{aligned}\right\} \quad \text{(III)}$$

In der Gleichung (II) ist A eine Funktion von α und β, in (III) B eine Funktion von α und β; daher muss auch α eine Funktion von A und B, und β eine Funktion von A und B seyn. Entwickelt man diese wieder nach Potenzen mit unbestimmten Coefficienten, so wird

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= P + QA + RA^2 + SA^3 + \ldots\\ &\quad + Q'B + R'B^2 + S'B^3 + \ldots\\ \beta &= p + qA + rA^2 + sA^3 + \ldots\\ &\quad + q'B + r'B^2 + s'B^3 + \ldots\end{aligned}\right\} \text{III}'$$

Denken wir uns nun, dass man wieder den Procenten nach bekannte Gemenge aus den dreierlei Stoffen gebildet habe, und zwar in ausreichender Anzahl, um alle vorkommenden Coeffizienten zu bestimmen, dass die numerischen Relationen wieder in tabellarische Abhängigkeit gebracht wären u. s. w., so würden jetzt die zwei physikalischen Beobachtungen A und B durch die Tabelle die verlangten Werthe von α und β durch Addition von Columnenwerthen geben. Allein es dürfte, je nach der Natur der Verbindungen, die Durchführung dieser Arbeit sehr mühsam werden, wenn die höhern Potenzen von A und B noch von merklichem Einfluss auf α und β blieben.

Ueberlegen wir daher, unter welchen Bedingungen der Einfluss der zweiten und höhern Potenzen von α und β in (II) und (III) vermindert und unmerklich werde. Diess erfolgt, wenn sie selbst kleine Grössen sind im Verhältniss zur Summe $(\alpha + \beta + \gamma)$; α und β sind aber die Procentgehalte der aufgelösten Stoffe. Wenn diese also wenig sind im Verhältniss zu dem Auflösungsmittel γ, dann können obige Ausdrücke als lineare Funktionen betrachtet werden, und dann fällt alle Complication der Aufgabe hinweg. Aber eine doppelte Beschränkung tritt statt obiger Schwierigkeit ein. Denn α und β werden cet. p. um so genauer bestimmt, je grösser sie sind; hier sollen sie aber nur kleine Grössen seyn — und kleine Procentgehalte umfassen für den zweiten Fall nicht alle möglichen Verbindungen zwischen den betreffenden Stoffen. —

Für beide Hindernisse lassen sich die geeigneten Gegenmittel angeben. Denn das erste verschwindet, wie man die Sensibilität der Messungsmittel dem Maximalumfange der Procentgehalte anpasst, und das zweite, wenn zu untersuchende, reichhaltigere Verbindungen durch ein gemessenes Quantum des Auflösungsmittels so weit verdünnt werden, dass die Procentgehalte nun innerhalb der Proportionalität liegen.

Im Grunde bietet weder die eine Methode, wo zweite und höhere Potenzen berücksichtigt werden müssen, noch die andere, wo lineäre Funktionen vorausgesetzt werden, *wesentliche* Schwierigkeiten, nur ist letztere in der Durchführung weit einfacher, daher wir sie hier geben wollen.

Unter der Voraussetzung lineärer Funktionen gibt die Beobachtung einer Auflösung von drei Stoffen, zusammengesetzt nach bekannten Gewichtsprocenten, nach der Einen physikalischen Eigenschaft

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= AM + BN + O \text{ und} \\ \beta &= AM' + BN' + O' \end{aligned}\right\} \quad \text{(IV)}$$

letzte Gleichung nach einer Andern physikalischen Eigenschaft.

Hier sind A, B, α und β bekannte Grössen, und es sollen zur Bildung einer Tabelle, welche für jeden Werth von A und B dann die entsprechenden α und β gibt, die Coëffizienten $M N O$ $M' N' O'$ bestimmt werden. Ihre Zahl ist 6. Wir benöthigen folglich 6 Gleichungen, die man erhält durch Bildung und Beobachtung von dreierlei Gemengen nur nach den Procentgehalten verschieden. Die Beobachtung des zweiten Gemenges gibt also an denselben physikalischen Eigenschaften:

$$\left.\begin{array}{l}\alpha' = A'M + B'N + O \\ \beta' = A'M' + B'N' + O'\end{array}\right\} \text{(V)}$$

Endlich gibt das dritte Gemenge

$$\left.\begin{array}{l}\alpha'' = A''M + B''N + O \\ \beta'' = A''M' + B''N' + O'\end{array}\right\} \text{(VI)}$$

Werden in den Gleichungen (IV) (V) (VI) die numerischen Werthe der Beobachtungen A, B, A', B', A'', B'' und eben so die Zahlenwerthe der Procentgehalte α, β, α', β', α'', β'' substituirt, so ergeben sich aus obigen sechs Gleichungen die sechs unbekannten MNO, $M'N'O'$.

Diese in die Gleichungen (IV) gesetzt, geben dann die numerische Bestimmung von α und β irgend eines Gemenges, was bestimmt werden soll, wie die entsprechenden A und B beobachtet sind.

Die obigen Constanten werden jedoch abhängig seyn von der Temperatur, bei welcher die Beobachtungen der Gemenge angestellt sind. Denn die Constanten hängen von der Natur der gemengten Substanzen ab, diese aber ändert mit der Temperatur. Man wird daher ihre Bestimmung an denselben Gemengen bei einer zweiten möglichst verschiedenen Temperatur wiederholen.

Waren die Coëffizienten bei der Temperatur

T . . . $MNO\ M'N'O'$ und bei der Temperatur
t . . . $m\ n\ o\ m'\ n'\ o'$

so erhält man für irgend eine Temperatur $t + \tau$

$$\left.\begin{aligned}\alpha = A\left\{m + \frac{\tau}{T-t}(m - M)\right\} + B\left\{n + \frac{\tau}{T-t}(n - N)\right\} + \frac{\tau}{T-t}(o - O)\\ \beta = A\left\{m' + \frac{\tau}{T-t}(m' - M')\right\} + B\left\{n' + \frac{\tau}{T-t}(n' - N')\right\} + \frac{\tau}{T-t}(o' - O')\end{aligned}\right\} \text{. (VII)}$$

woraus die Procentgehalte α und β für jede Temperatur folgen, wie A, B und τ beobachtet sind.

Hatte man bei Ableitung der Coëffizienten mehr Gemenge gebildet und beobachtet, als zu ihrer Bestimmung nothwendig waren, was immer räthlich seyn wird, um zu sehen, ob man sich nicht von der Proportionalität entfernt, so können die Verbesserungen dieser Coëffizienten nach der Methode der kleinsten Quadrate abgeleitet werden. Ergäbe sich bei diesen ein Fortschreiten der Unterschiede von den Beobachtungen von gleichem Zeichen, so ist die Erscheinung nicht durch die angenommene lineäre Funktion darzustellen. Man müsste also dann den Procentgehalten noch engere Grenzen geben.

Um jedoch der Berechnung für jede einzelne Benützung dieser Methode zu überheben, ist es erforderlich, die Gleichungen (VII) in zwei Tafeln zu bringen.

Sey in der ersten Tafel A, oder die Zahlenwerthe der Beobachtung der einen physikalischen Eigenschaft, das Argument. Man gebe A successive fortschreitende Werthe innerhalb der Grenzen, welche die frühern Betrachtungen festgestellt haben. Diese Werthe schreibe man in einer Verticalcolumne A. Für diese verschiedenen Werthe von A rechne man:

in Columne II	in Columne I
$A\left\{m + \frac{\tau}{T-t}(m - M)\right\}$	$A \cdot \left\{m' + \frac{\tau}{T-t}(m' - M')\right\{$

welche auf gleiche Horizontale mit dem entsprechenden Werthe von A gesetzt werden.

In der zweiten Tafel bilde die Beobachtung B der andern physikalischen Eigenschaft das Argument. Man gebe B wieder successive nach gleichen Intervallen für das Instrument fortschreitende Werthe unter Beachtung derselben Grenzen und trage sie in Columne C. Dann rechne man wieder für die verschiedenen Werthe von B die Glieder:

in Columne IV	in Columne III
$B\left\{n+\frac{\tau}{T-t}(n-N)\right\}+\frac{\tau}{T-t}(o-O)$	$B\left\{n'+\frac{\tau}{T-t}(n'-N')\right\}+\frac{\tau}{T-t}(o'-O')$

welche eben so auf dieselbe Linie mit entsprechenden Werthen von B zu stehen kommen.

Neben die Columnen I, II, III, IV setze man diejenigen Aenderungen der Columnenwerthe, welche aus einem Temperaturunterschied von 10° hervorgeht. Dann findet man durch Interpolation für jede Temperatur die Procentgehalte:

$$\begin{aligned}\alpha &= \mathrm{II} + \mathrm{IV}\\ \beta &= \mathrm{I} + \mathrm{III}\end{aligned}$$

Für Fälle nun, wo die zu bestimmenden Gemenge in den Procentgehalten α und β reicher sind, als dass sie sich in der Tafel fänden, mische man mit Einem von diesem Gemenge abgewogenen Gewichtstheile das $m$fache Gewicht von dem Auflösungsmittel so, dass immer die Gehalte innerhalb der Tafel liegen. Diese gebe die Zahlenwerthe α und β, woraus die Procentgehalte des ursprünglichen Gemenges α' und β' aus der einfachen Relation hervorgehen:

$$\left.\begin{array}{l}\alpha' = (m + 1)\,\alpha \\ \beta' = (m + 1)\,\beta\end{array}\right\}\ \text{(VIII)}$$

Soweit die Vorschriften im Allgemeinen. Nun wollen wir diesen gemäss ein Beispiel durchführen.

Es sey zur Untersuchung der Verbindungen von Zucker, Alkohol und Wasser die nach obiger Methode erforderliche Tafel zu entwerfen.

Wir wählen dieses Beispiel wegen der in technischer Beziehung wichtigen Ermittelung des Zucker- und Alkoholgehaltes der Biere und der süssen weinigen Flüssigkeiten. Wir stellen überdiess die Bedingungen, dass die Beobachtungen nicht so fast den möglichsten Grad der Genauigkeit haben sollen, als vielmehr leicht und selbst von Ungeübten rasch und hinreichend sicher anzustellen seyn sollen. Dadurch ist die Wahl der Messungsmittel limitirt. Wären die beabsichtigten Zwecke andere, so könnten in Bezug auf Genauigkeit zweckmässigere Mittel ergriffen werden. Aber da unsere Methode überhaupt nur in speciellen Fällen Anwendung finden wird, möge sie an diesem Beispiel zeigen, was für solche von ihr zu erwarten steht.

Wir benöthigen die Beobachtung von zwei physikalischen Eigenschaften. Diese sollen überdiess für die zwei zu trennenden Stoffe, hier Zucker und Alkohol, quantitativ möglichst verschiedene Werthe geben. Aber das spezifische Gewicht ist für Zucker und Alkohol sehr verschieden und Zucker bricht überdiess das Licht $2\frac{1}{4}$ mal stärker als Alkohol, wenn gleiche Gewichtsmengen verglichen werden. Spezifische Schwere und Lichtbrechung sind also für diesen Fall geeignet. Die weitern Bedingungen, welche wir stellten, nöthigen die spezifische Schwere mit der Senkspindel, die Strahlenbrechung mit meiner optischen Gehaltsprobe zu beobachten.

Sey die Scala der Senkspindel nach Gewichtsprocenten krystallisationswasserfreien Zuckers bei 14° R. $= A$. Die Angabe der optischen Gehaltsprobe nach Maassen Normalbier im Eimer bei $+ 14° = B$.

Aus der Gleichung (IV) ersieht man, dass die sechs Coëffizienten $M\ N\ O$, $M'\ N'\ O'$ zu bestimmen sind. Dazu werden sechs Gleichungen benöthiget, welche sich ergeben aus der Beobachtung von drei, nach bekannten Gewichtsprocenten zusammengesetzten Gemengen. Da jedoch auch die Beobachtung des reinen Wassers, wo der Gehalt $= o$ ist, zwei Gleichungen liefert, bedürfen wir nur noch zwei Gemenge, die wir aus abzuwägenden Quantitäten von Zucker, Alkohol und Wasser zu bilden haben.

Um jedoch sicherlich nicht von der vorausgesetzten Proportionalität merklich abzuweichen, enthalte die Flüssigkeit I nur

2 Procent Alkohol $= \alpha$
7 „ Zucker $= \beta$

die Flüssigkeit II aber

6 Procent Alkohol $= \alpha'$
2 „ Zucker $= \beta'$

Bei Abwägung ist das gebundene Krystallisationswasser des Zuckers, was nach Berzelius 5.3 Procente beträgt, und der Wassergehalt des verwendeten Alkohols berücksichtigt worden. Diese

Gemenge und distillirtes Wasser, beobachtet bei zweierlei verschiedenen Temperaturen, ergaben:

bei $+ 5^\circ$ R. $= t$

Areometer $A = 6.225$ optische Probe $B = 75.0$
$A' = -0.4375$ $B' = 43.3$
$A'' = 0.24$ $B'' = 0.0$

bei $+ 16^\circ.5$ R. $= T.$

$A = 5.75$ $B = 72.5$
$A' = -0.70$ $B' = 41.4$
$A'' = -0.25$ $B'' = 0.0$

ferner ist nach dem Obengesagten

$\alpha = 2$ $\beta = 7$
$\alpha' = 6$ $\beta' = 2$
$\alpha'' = 0$ $\beta'' = 0$

Diese Werthe substituirt in die Gleichungen (IV) (V) (VI) geben

bei $+ \overset{\circ}{16}.5$

$M = -1.25667$ $N = 0.13159$ $O = -0.31416$
$M' = 0.51387$ $N' = 0.054025$ $O' = 0.12847$

bei $+ \overset{\circ}{5}.0$

$m = -1.17240$ $n = 0.12024$ $o = +0.28138$
$m' = 0.49394$ $n' = 0.05392$ $o' = -0.11855$

Diese 12 Coëffizienten in die Gleichungen (VII) gesetzt, ergeben endlich den Werth von α und β irgend eines Gemenges durch A B und τ für die Temperatur von $5^\circ + \tau$ Grad für $(5 + \tau)^{0}$

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= -A((1.17240) + \tau(0.00733)) + B((0.12024) + \tau(0.00099)) - \tau(0.05179) + 0.28138\\ \beta &= A((0.49594) + \tau(0.00173)) + B((0.05392) + \tau(0.00001)) + \tau(0.02148) - 0.11855\end{aligned}\right\} \quad \text{(VII)}$$

Setzt man $\tau = + 9$ Grad, so ergibt sich für die Temperatur von

$$+ 14^{0}$$

$$\begin{aligned}\alpha &= -A\,(1.23842) + B\,(0.12912) - 0.18469\\ \beta &= A\,(0.50954) + B\,(0.05400) + 0.07477\end{aligned}$$

Entwickelt man diese Ausdrücke nach der früher gegebenen Vorschrift in zwei Tafeln, wo A successive von $\frac{1}{8}$ zu $\frac{1}{8}$ Procent, B aber von 1 zu 1 Trommeltheil fortschreitet, so erhält man:

+ 14°.

A	III	— 10° Δ III	IV	— 10° Δ IV
4	— 4.52	— 0.80	+ 1.78	— 0.06
5	67	10	65	7
6	83	9	91	6
7	98	8	17	6
4.0	— 5.14	7	+ 2.04	7
1	29	6	10	7
2	45	5	17	8
3	60	4	23	8
4	76	3	29	8
5	91	3	36	9
6	— 6.07	2	42	9
7	22	— 0.01	48	8
5.0	38	+ 0.01	55	9
1	53	1	61	9
2	69	3	68	10
3	84	3	74	10
4	— 7.00	4	80	10
5	15	5	87	10
6	31	6	93	10
7	46	7	99	10
6.0	62	9	+ 3.06	10
1	77	9	12	11
2	93	10	18	11
3	— 8.07	10	25	11
4	23	11	31	12
5	— 8.39	+ 0.12	+ 3.38	— 0.12

+ 14°.

B	I	— 10° Δ I	II	— 10 Δ II
58	+ 7.49	+ 0.30	+ 3.21	— 0.23
59	62	29	26	22
60	75	28	32	23
1	87	27	37	22
2	8.00	26	42	22
3	13	25	48	23
4	26	24	53	22
5	39	23	59	23
6	52	22	64	22
7	65	20	69	22
8	78	29	75	23
9	91	11	80	22
70	9.04	17	86	23
1	17	16	91	22
2	30	15	+ 3.96	22
3	43	14	+ 4.02	23
4	55	14	07	22
5	68	13	13	23
6	81	12	18	22
7	94	11	23	22
8	10.07	10	29	23
9	20	9	34	22
80	33	8	40	23
1	46	7	45	23
2	59	6	50	22
3	72	5	56	23
4	85	4	61	22
5	10.98	3	67	23
6	+ 11.10	+ 0.03	+ 4.72	— 0.23

für die Temperatur $14^0 + \tau$ ist

$$\beta = \mathrm{I} + (\triangle\,\mathrm{I})\,\frac{\tau}{10} + \mathrm{III} + (\triangle\,\mathrm{III})\,\frac{\tau}{10}$$

$$\alpha = \mathrm{II} + (\triangle\,\mathrm{II})\,\frac{\tau}{10} + \mathrm{IV} + (\triangle\,\mathrm{IV})\,\frac{\tau}{10}$$

Wir haben hier den Tafeln nur diejenige Ausdehnung gegeben, welche die Bestimmung des Gehaltes der in München gebrauten Biersorten erfodert. Diese wollen wir als Beispiel der Anwendung nun sämmtlich untersuchen. Wir werden überdiess die Beobachtungen bei zwei möglichst verschiedenen Temperaturen anstellen, um aus den Abweichungen in den Bestimmungen den mittlern Fehler kennen zu lernen. Dieser lehrt dann, ob es geeignet ist, bei grösserer Ausdehnung der Tafel, zur leichtern Rechnung, die Hunderttheile der Procentgehalte wegzulassen. —

Es muss bemerkt werden, dass bei der Bestimmung des 0-Punktes der optischen Probe sich an dem benützten Instrumente eine kleine Veränderlichkeit zeigte, der zu Folge der mittlere Fehler hier grösser ausfallen muss, als bei später ausgeführten Gehaltsmessern, wo diesem Mangel begegnet ist. Uebrigens ist diess von geringem Belang. —

Ich habe nach der Reduction die Brauereien nach dem Malzgehalte der Biere geordnet. Bedenkt man nämlich, dass bei der Gährung ein Theil des Zuckerstoffes zur Hälfte in Alkohol, zur Hälfte in Kohlensäure (die dann grösstentheils entweicht) umgestaltet wird, so muss die Würze der Biere ausser dem Zuckergehalte, den die Untersuchung nachweiset, auch noch denjenigen Zucker enthalten haben, aus welchem der Alkohol gebildet wurde. Diess ist aber das doppelte Gewicht des gebildeten Alkohols. Man findet daher den Malzgehalt der Biere, wenn man zu ihrem Zuckergehalt das doppelte Gewicht des Alkohols beifügt. Die Columne Malzgehalt umfasst diese Zahlen, welche ebenfalls in Gewichtsprocenten zu verstehen sind.

Bestimmung des Zucker- und Alkoholgehaltes aller in München gebrauten Winterbiere, wie sie am 24. Januar 1843 in den Bräuhäusern abgegeben wurden.

		Beobachtungen				Procentgehalt an				Gehalt im Mittel				Malzgehalt in Gewichtsprocenten.
		Optische Probe		Pc. Areometer		Alkohol aus Beobachtung		Zucker aus Beobachtung		Alkohol	Abw. v. Mittel hundertel pCt.	Zucker	Abw. v. Mittel hundertel pCt.	
		bei +2.6°	bei +14.0°	bei +2.6°	bei +14.0°	bei 2.6°	bei 14°	bei 2.6°	bei 14°					
1	Utzschneider-Bräuerei	62·0	60·0	$4\frac{2}{8}$	$3\frac{75}{80}$	2·80	2·69	5·25	5·32	2·74	5	5·28	3	10·76
2	Gilgenrainerbräu	61·0	59·5	$4\frac{1}{8}$	$3\frac{55}{80}$	2·83	2·93	5·14	5·17	2·88	5	5·16	1	10·92
3	Prüglbräu	72·0	70·0	$5\frac{6}{8}$	$5\frac{3}{8}$	2·24	2·20	6·53	6·60	2·22	2	6·56	3	11·00
4	Bacherbräu	65·5	63.0	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{2}{8}$	2·63	2·84	5·69	5·58	2·73	10	5 64	5	11.10
5	Lodererbräu	67·5	65.0	5	$4\frac{4}{8}$	2·58	2·63	5·91	5·88	2·60	3	5·90	1	11.10
6	Zacherl, Vorstadt Au	65·8	63.5	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{2}{8}$	2·69	2·74	5·72	5·67	2·71	2	5·70	3	11.11
7	Hallerbräu	64·0	61.0	$4\frac{2}{8}$	4.	3·04	2·73	5·36	5·41	2·69	16	5·39	2	11.17
8	Hallmeyrbräu	66·2	65.0	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{3}{8}$	2·69	2.79	5·72	5·82	2·74	5	5·77	5	11·25
9	Hascherbräu	64.5	62.0	$4\frac{4}{8}$	$3\frac{7}{8}$	2·95	3.02	5.44	5.39	2.98	3	5.41	2	11·37
10	Löwenbräu	62.5	59.5	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{4}{8}$	3·29	3.20	5.10	5.07	3.24	5	5.08	1	11.56
11	Ober-Ottlbräu	70.0	68.0	$5\frac{1}{4}$	$4\frac{6}{8}$	2.73	2·71	6.11	6.17	2.72	1	6 14	3	11.58
12	Singelspielerbräu	67.7	65.5	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{3}{8}$	2.92	2.85	5.81	5.85	2.88	3	5.83	2	11.59
13	G. Pschorr, Neuhauserg.	69.6	67.5	5.	$4\frac{5}{8}$	2.81	2.80	6.02	6.08	2.80	0	6.05	3	11.65
14	M. Pschorr, Sendlingerg.	68.2	65.8	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{25}{80}$	2.93	3.00	5.82	5.84	2.96	3	5.83	1	11.75
15	Löwenbräu, Buttler	69.5	67.0	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{4}{8}$	2.96	2.89	5.96	5.98	2.92	3	5.97	1	11.81
16	Probstbräu	66.0	63.5	$4\frac{2}{8}$	$3\frac{7}{8}$	3.27	3.21	5.47	5.47	3.24	3	5.47	0	11.95
17	K. Hofbräuhaus, Weissb.	67.5	64.5	$4\frac{3}{8}$	4.	3.26	3.18	5.60	5.60	3.22	4	5.60	0	12.01
18	Ober-Spatenbräu	66.5	64.0	$4\frac{4}{8}$	$3\frac{7}{8}$	3.33	3.25	5.49	5.50	3.30	2	5.50	0	12.10
19	Faberbräu	71.6	70.0	$5\frac{1}{8}$	$4\frac{6}{8}$	2.91	2.97	6.19	6.25	2.94	3	6.24	4	12 12
20	Zengerbräu	74 8	72.5	$5\frac{4}{8}$	$5\frac{2}{8}$	2.88	2.67	6.56	6.76	2.78	10	6.61	5	12.17
21	Augustinerbräu	71.1	69.0	5.	$4\frac{5}{8}$	2.99	3.00	6.11	6.16	3.00	0	6.13	2	12.13
22	Wagnerbräu	69.6	67.8	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{3}{8}$	3.10	3.18	5.90	5.98	3.14	4	5.94	4	12.22
23	Kapplerbräu	72.0	69.0	5.	$4\frac{5}{8}$	3.11	3.00	6.16	6.16	3.05	5	6.16	0	12.26
24	Eberlbräu	65.5	62.5	4.	$3\frac{4}{8}$	3.48	3.54	5.32	5.23	3.51	3	5.27	4	12.29
25	K. Hofbräuhaus, Doppelb.	70.5	69.0	$4\frac{6}{8}$	$4\frac{3}{8}$	3.22	3.10	5.96	6.01	3.16	6	5.98	3	12.30
26	Thorbräu	66.5	64.5	$4\frac{1}{8}$	$3\frac{6}{8}$	3 47	3.49	5.43	5.47	3.48	1	5.45	2	12.41
27	Leistbräu	69.5	67.5	$4\frac{5}{8}$	$4\frac{1}{8}$	3.24	3.42	5.83	5.82	3.33	9	5.82	0	12.48
28	Kreutzbräu	78.0	75.5	$5\frac{6}{8}$	$5\frac{2}{8}$	2.95	3.05	6.85	6.83	3.00	5	6.84	1	12.84
29	Gebhardtbräu	70.5	67.5	$4\frac{4}{8}$	$4\frac{1}{8}$	3.51	3.49	5.83	5.85	3.50	1	5.84	1	12.84
30	Stubenvollbräu	77.5	75.5	$5\frac{4}{8}$	$5\frac{1}{8}$	3.18	3.21	6.69	6.76	3.20	1	6.72	3	12.92
31	Sterneckerbräu	75.0	72.5	$5\frac{1}{8}$	$4\frac{6}{8}$	3.32	3.29	6.38	6.41	3.30	2	6.40	1	13.00
32	Dürnbräu	79.7	77.5	$5\frac{7}{8}$	$5\frac{3}{8}$	3.04	3.16	7.02	7.00	3.10	6	7.01	4	13.21
33	Oberkandlerbräu	71.5	70.0	$4\frac{4}{8}$	$4\frac{1}{8}$	3.63	3.75	5.88	5.96	3.69	6	5 92	4	13.30
34	Metzgerbräu	76.2	74.0	$5\frac{1}{8}$	$4\frac{2}{8}$	3.44	3.48	6.44	6.49	3.46	2	6.46	2	13.38
35	Hirschbräu	76.0	73.0	5.	$4\frac{5}{8}$	3.58	3.52	6.38	6.38	3.55	3	6.38	0	13.48
36	Menterbräu	75.7	72.5	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{4}{8}$	3.66	3.60	6.19	6.28	3.63	3	6.23	4	13.49
37	Büchlbräu	75.5	73.0	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{8}$	3.66	3.67	6.29	6.31	3.66	0	6.30	1	13.62
38	Högerbräu	86.5	83.5	$6\frac{5}{8}$	$6\frac{1}{8}$	2.94	3.01	7.73	7.70	2.97	3	7.71	1	13.65
39	Maderbräu	80.8	78.0	$5\frac{4}{8}$	5.	3.53	3.69	6.85	6.84	3.61	8	6.84	1	14.08
40	Schleibingerbräu	81.2	78.5	$5\frac{3}{8}$	5.	3.75	3.75	6.82	6.86	3.75	0	6.84	2	14.34
41	Schützbräu	87.5	85.5	$6\frac{3}{8}$	$5\frac{7}{8}$	3.35	3.58	7.80	7.69	3.46	11	7.75	6	14.67
42	Unterkandlerbräu	83.5	82.0	$5\frac{4}{8}$	$5\frac{1}{8}$	3.88	4.06	7.02	7.11	3.97	9	7.06	4	15.00
	Mittel aus 42 Sorten .	71.75	69.42	4.93	4.52	3.11	3.20	6.15	6.13	3.142	±0.04	6.099	±0.02	12.384

Diese Zusammenstellung gibt manchen interessanten Aufschluss:

1) Die optische Probe gibt bei einem Gehalte von 70, wenn die Temperatur um 11°.5 R. steigt, 2.3 *weniger*, d. i. $\frac{1}{31}$. Doch liegt hier noch die kleine Unsicherheit über den 0-Punkt: welcher es zuzuschreiben ist, dass die Mittel aus beiden, Beobachtungsreihen nicht genau dasselbe geben.

2) Das Procentareometer gibt für 11°.5 Temperaturerhöhung um 0.41 Procent weniger, d. i. $\frac{1}{11}$.

3) Aus der Vergleichung der Zahlenwerthe der Columne Malzgehalt mit den directen Angaben beider Messungsmittel ist ersichtlich, dass keines *für sich allein* im Stande ist, ein richtiges Urtheil über die Quantität des zur Bereitung des Bieres verwendeten Malzes zu begründen. Ich führe als schlagendes Beispiel Nro. 3 an. Hier gibt die optische Probe 72, die Senkspindel 5$\frac{2}{8}$. Dennoch ist der Malzgehalt nur 11.0.

Dagegen gibt Nro. 26 optisch nur 66.5, Senkspindel 4$\frac{1}{8}$, während der Malzgehalt 12.4 beträgt, d. i. nahe 1$\frac{1}{2}$ Procent mehr ist. Diess ist leicht zu begreifen, wenn man bedenkt, dass Alkohol in gleichem Gewicht gegen Zucker 2$\frac{1}{4}$mal weniger den Lichtstrahl ablenkt und überdiess auch die Flüssigkeit specifisch um so leichter erscheint, je mehr Alkohol darin enthalten ist. Aber zur Bildung des Alkohol war sein doppeltes Gewicht Malzzucker erforderlich. Daher kann nur die Berücksichtigung der Columne *Malzgehalt* ein Urtheil über die zu einem Biere verwendete Quantität Malz feststellen. Es ist kaum nöthig, hier zu bemerken, dass diess keineswegs im Widerspruche stehe mit dem, was ich a. O. über die Messungen durch die optische Probe für sich allein angeführt habe. Hier bekömmt der Alkohol doppeltes Stimmrecht gegen Zucker; in der optischen Probe allein $2\frac{1}{4}$mal kleineres Stimmrecht als Zucker. Die Scala muss also natürlich eine andere werden, je nachdem man die eine oder die andere Voraussetzung zur Grundlage macht. Beide Scalen sind richtig, aber in verschiedenen Einheiten ausgedrückt. — Bei der optischen hat der Alkohol einen kleinen Werth; in dieser Scala einen $4\frac{1}{2}$mal grössern.

4) Die Zahlen *Malzgehalt* sind für jede Biersorte eine *unveränderliche Grösse.* Ob man die Würze oder die ausgegohrene Flüssigkeit beobachtet, immer wird diese Zahl dieselbe bleiben. Denn es findet nur Umgestaltung statt, wobei so viel Verlust durch Kohlensäure angenommen ist, als Alkohol gebildet wird. Aus demselben Malzgehalte könnten daher die verschiedensten Biere erzeugt werden, je nachdem man mehr oder weniger des Zuckergehaltes in Alkohol verwandelt. Sey der Malzgehalt M; α der Alkoholgehalt, β der Zuckergehalt, so wird

$$M = \beta + 2\alpha.$$

Es verhalte sich aber nun $\alpha : \beta = 1 : V$, wo V also das in der letzten Columne gegebene Verhältniss von Alkohol zu Zucker ausdrückt, so hat man bei ein und demselben Malzgehalte

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{M}{2+V} \\ \beta &= V\frac{M}{2+V} \end{aligned}\right\}$$

folglich so vielerlei verschiedene Biere, als man V verschiedene Werthe gibt.

Dieses Verhältniss von Alkohol zum Zucker in der ausgegohrenen Flüssigkeit ist aber vom entschiedensten Einfluss auf den Wohlgeschmack des Bieres. Biere, welche wenig Weingeist gebildet haben, sind, selbst bei sehr starkem Zuckergehalte, nie so angenehm, als die an Alkohol, folglich auch an entwickelter Kohlensäure reichhaltigeren Sorten.

5) Daher ist es sehr interessant, das Verhältniss von Alkohol zum Zuckergehalt im Mittel aus allen Münchner — also anerkannt guten — Bieren kennen zu lernen. Man sieht, dass etwas mehr als die Hälfte des ursprünglichen Malzgehaltes zur Bildung von Alkohol und Kohlensäure verwendet ist. Indessen scheint die Kunst des Brauens darauf hinaus zu gehen, durch möglichst langsame Gährung möglichst viel Alkohol zu bilden. Nro. 10 und 18 liefern den Beweis, da es sehr beliebte Biere sind, aber beide verhältnissmässig mehr Alkohol enthalten, als das Mittel aus allen hiesigen Bieren. Diesem Mittel entspricht sowohl in Quantität des Malzes, als im Verhältniss von Alkohol zu Zucker Nro. 25, das Doppelbier des königlichen Hofbräuhauses.

6) Das Mittel der Abweichungen der Bestimmungen lehrt im mittlern Fehler den Grad der Sicherheit der Bestimmungen mit den angewendeten Hülfsmitteln kennen. Der mittlere Fehler einer Bestimmung des Procentgehaltes

an Alkohol beträgt 0.042 $= \frac{1}{67}$
an Zucker . . . . 0.0225 $= \frac{1}{271}$

Wenn daher die Tafel nur 0.1 Procent gibt, so ist durch ihre Benützung ein Theil der Genauigkeit der Beobachtung geopfert.

Die Berechnung des Malzzuckergehaltes der Bierwürze aus dem gebildeten und im Biere bestimmten Alkohol, welche darauf beruht, dass 100 Theile Zucker durch die Gährung übergehen in 51.23 Alkohol und 48.77 Kohlensäure, soll, streng genommen nach dem Ausdruck geschehen

$$M = \beta + 1.952\,\alpha.$$

Dieser Gehalt M kömmt aber nicht 100 Gewichtstheilen Würze, sondern $(100 + 0.952\,\alpha)$ Gewichtstheilen zu. Diese circa 103 Gewichtstheile Würze geben aber wieder 100 Gewichtstheile Bier. Man kann daher M betrachten als Gewichtsprocente Malzzucker, welche zur Bildung des Bieres erforderlich waren.

Diess macht es möglich, aus dem Gehalt eines Bieres zurück zu schliessen auf die Quantität Malz, welche verwendet wurde zu seiner Bildung. Dazu ist erforderlich, zu wissen, wie viel Malzzucker sich aus einer gegebenen Quantität Malz von durchschnittlicher Beschaffenheit bildet. Prechtel macht diese Angabe in seiner technologischen Encyclopädie, Artikel Bierbrauerei pag. 113, wornach 1 Wiener Metzen Malz durchschnittlich 18 Wiener Pfund Zucker und Gummi gibt. Reduzirt man diese Angaben auf bayerische Maase nach den Angaben in Gehlers physikalischem Wörterbuche, Artikel Maasse, durch die neufranzösischen, wornach sich findet

	Bayerisch	Oesterreichisch	
1 Eimer	68.43	56.601	Liter
1 Metzen	37.066	61.4994	Liter
1 Pfund	0.56	0.560012	Kilogramm

und beachtet, dass 1 Liter 1 Decimeter kubirt ist; also bei destillirtem Wasser 1 Kilogramm wiegt, so findet sich:

1 bayerischer Schäffel Malz liefert 120.1 bayerische Pfund oder 67.29 Kilogramme Malzzucker. Sey nun

E = Gewicht von 1 bayrischen Eimer Wasser bei 15° R. = 68.43 Kilogramm.
A = Gewicht Malzzucker von 1 bayerischen Schäffel Malz mittlerer Bonität = 67.29 Kilogramme.
M = Gewichtsprocente Malzzucker in dem Biere.
S = Spezifische Gewicht bei 15° der Würze vom Malzzuckergehalte M.
x = Anzahl der Eimer Bier, welche aus 1 Schäffel Malz gewonnen werden, so ergibt sich:

$$x = \frac{100.\ A}{E.\ M.\ S}$$

Bringen wir diesen Ausdruck in eine Tafel, so ergibt sich für M = 8. 9. 10 . . . 16.

Würze		1 Schäffel Malz liefert	
Scheinbar Spez. Gew. bei 15°. = S	Procent Malzzucker = M	Eimer Bier = x	Δ x
1.03169	8.	11.9	1.37
1.03611	9.	10.6	1.10
1.04053	10.	9.5	0.90
1.04495	11.	8.6	0.75
1.04937	12.	7.8	0.63
1.05384	13.	7.2	0.54
1.05832	14.	6.6	0.47
1.06279	15.	6.2	0.41
1.06727	16.	5.8	

Diese Tafel liefert die Zahl der Eimer Bier auf circa $\frac{1}{60}$ richtig, was bei technischen Zwecken ausreichend erscheint. Sie setzt jedoch voraus, dass der Gehalt M aus dem analysirten Biere gebildet werde nach der Regel

$$M = \beta + 2\alpha.$$

Für Würze ist $\alpha = o$ und der Gehalt unmittelbar gegeben durch ein Procent-Areometer für Zucker.

Hiedurch ist man im Stande, nachzuweisen, in wieferne die Biere der allerhöchsten Verordnung vom 11. Mai 1811 gemäss gebraut sind. Denn die Verordnung bestimmt, dass vom Schäffel Malz 7 Eimer Winterbier und 6 Eimer Sommerbier gebraut werden sollen.

Die Winterbiere sollen also 13.3 Malzgehalt haben, d. h. ihr Zuckergehalt + dem doppelten Alkoholgehalt soll 13.3 seyn, wenn anzunehmen ist, dass das Malz und das Malzen ein Durchschnittliches war. Diese Unsicherheit aus der Qualität des Malzes und aus der mehr oder minder vollkommenen Extraction der zuckerbildenden Theile, wird es nöthig machen, hier durch Experimente die Grenze für das Minimum zu bestimmen.

Die Sommerbiere sollen eben so 15.5 Malzgehalt bekommen, wobei wieder der von der Untersuchung gegebene Zuckergehalt und der doppelte Alkoholgehalt zusammen diesen Malzgehalt bilden.

Sehr wichtig und interessant erscheint es, dass die Untersuchung der Biere jetzt gar nicht auf ein bestimmtes Alter derselben limitirt bleibt, sondern eben so sicher bei der Würze als bei altem Biere vorgenommen werden kann. Denn alle Veränderungen, welche vorkommen, bis sauere Gährung eintritt, sind Umgestaltung von

Zucker nach dem hier gegebenen Gesetze, wo also die ursprüngliche Menge Malzzucker immer wieder sicher gefunden wird.

Tritt die sauere Gährung ein, so vermindert sich der Alkoholgehalt. Wenn also nicht schon der Geschmack solche Aenderungen sicher erkennen liesse, so würde die Probe diese Biere als zu geringhaltig bezeichnen, da der Alkohol doppelten Einfluss auf die Malzgehaltsbestimmung hat.

Die Vergleichung der Malzgehalte der Münchner Biere mit diesen Bestimmungen *) zeigt, dass nur $\frac{1}{4}$ der Bräuhäuser in Malzgehalt *über* der Verordnung ist, dass die schwächsten aber $\frac{2}{7}$ mehr Bier vom Schäffel Malz brauen, als nach der Verordnung bestimmt ist; oder aber sehr geringe Malzsorten und sehr unvollkommene Maischungsmethoden haben müssten. — Das Nachbier ist hiebei nicht berücksichtiget.

---

*) Ich wiederhole hier ausdrücklich, dass diese Bestimmung auf der Prechtelschen Angabe über ein mittleres Quantum Malzzucker vom Metzen Malz beruht. Hier ist angenommen, dass der Zuckergehalt per Schäffel Malz 120 Pfund betrage. Diess findet in Wirklichkeit gewiss nicht immer statt, weil dabei sehr viel auf die Qualität der Gerste und auf die Vollkommenheit der Maischmethode ankömmt. Man könnte also eben so gut auch annehmen, dass alle hiesigen Bräuer 7 Eimer per Schäffel Malz gebraut haben und dann die *Qualität* von Malz und Maischmethode bestimmen. Diess würde aber genau auf dasselbe Resultat führen. Da es nun aber vorläufig bloss auf die Vergleichung untereinander ankommt, so scheint es am einfachsten, mit einem durchschnittlichen Malze zu vergleichen, was eben geschehen ist, bis directe Beobachtungen das hier noch Mangelnde ergänzen. Ich verwahre mich daher vor jeder Missdeutung des Gesagten.

	Opt.	Ar.	Extr.	Alk.	Eimer p. Sch. Malz
Ungegohrnes Nachbier von Windmaissinger zeigt	80	$8\frac{1}{2}$	8.5	0.0	11
Gegohrnes vom Augustinerbräu	40	$2\frac{3}{4}$	3.6	1.7	14

Das Nachbier hat also etwas mehr als den halben Gehalt der Biere. Indessen kann es in keinem Falle abgezogen werden von dem Gehalte des Malzes, weil es bei spätern Suden immer wieder statt Wasser zum Maischen verwendet wird.

Das hier durchgeführte Beispiel wird den Vortheil anschaulich machen, welcher, in speciellen Fällen, aus der Anwendung dieser Methode hervorgeht. Es war unsere Absicht, die Bestimmung von Zucker- und Alkoholgehalt in wässriger Auflösung Jedem möglich zu machen, der eine Zahl ablesen und 2 Zahlen addiren kann. Diess ist erreicht. Die Operation fodert nur wenige Minuten Zeit und gibt eine mehr als ausreichende Genauigkeit für diesen technischen Zweck. Durch die Gleichungen (VII)′ ist die ganze Classe von Gemengen aus Zucker, Alkohol und Wasser quantitativ ermittelt, sobald A, B und τ beobachtet werden.

Für Fälle, wo grössere als die erlangte Genauigkeit erforderlich ist, wird man sich anderer Messungsmittel — Theodolit — Gewichtswaage — bedienen müssen, und die entsprechenden Ausdrücke, analog den Gegebenen, entwickeln. — Durch Beobachtung derselben physikalischen Eigenschaften werden sich auch noch andere ternäre Verbindungen in ähnliche Ausdrücke bringen lassen und so ihre quantitativen Untersuchungen auf bequemere Form zurückgeführt werden.

Man wird aber auch Verbindungen von 4 und mehr Körpern durch Zuziehung einer dritten und weiterer physikalischer Eigenschaften ähnlich behandeln können. Dabei bleibt nur stets zu berücksichtigen, dass solche physikalische Eigenschaften gewählt werden müssen, welche für die zu trennenden Stoffe möglichst verschieden sind.

Das Auflösungsmittel war in obigem Beispiele Wasser; Säuern und Alkalien, dem Grade ihrer Verdünnung nach genau bekannt, könnten eben so benützt werden. Durch diese Methode wird man in vielen Fällen der jetzt gebräuchlichen analytischen Bestimmung, die viel zeitraubender ist, enthoben seyn. Ob sie jedoch nicht wesentlichere Vortheile, namentlich in der organischen Chemie, zu bringen vermag, wird die Zukunft lehren.

Für jetzt begnüge ich mich, den Weg solcher Untersuchungen im Allgemeinen bezeichnet und für Verbindungen von Zucker, Alkohol und Wasser durchgeführt zu haben.

Das Nächste, was für die weitere Förderung dieser Methode nun geschehen muss, ist, durch geeignete genaue Messungsmittel auch andere physikalische Eigenschaften anwendbar zu machen, um auch quaternäre Verbindungen ähnlich behandeln zu können.

Möge vorläufig dieser erste Schritt zu einer allgemeineren Areometrie als die bisherige, von der gelehrten Welt nicht ungünstig aufgenommen werden.

Im Januar 1843.

PLANTARUM,

QUAS

IN JAPONIA COLLEGIT Dr. PH. FR. DE SIEBOLD

GENERA NOVA,

NOTIS CHARACTERISTICIS DELINEATIONIBUSQUE ILLUSTRATA
PROPONUNT

Dr. PH. FR. DE SIEBOLD ET Dr. J. G. ZUCCARINI.

FASCICULUS PRIMUS.

PLANTARUM,

QUAS

IN JAPONIA COLLEGIT Dr. PH. FR. DE SIEBOLD

GENERA NOVA,

NOTIS CHARACTERISTICIS DELINEATIONIBUSQUE ILLUSTRATA PROPONUNT

Dr. PH. FR. DE SIEBOLD ET *Dr. J. G. ZUCCARINI.*

I. PTERIDOPHYLLUM. SIEB. ET ZUCCAR.

Tetrandria Monogynia Linn. Syst. sex. — Famil. naturalis: *Papaveraceae* Juss.

Calyx hypogynus, diphyllus, coloratus, fugax, foliolis petalis interioribus oppositis erectis brevissimis.

Corolla hypogyna, regularis, tetrapetala, decidua; *petala* duo exteriora cum calycis foliolis alternantia ante anthesin longitudinaliter plicata et interiora parum angustiora plana ceterum conformia equitantia, denique elliptico-concava, integerrima, tenera, patentia, absque calcare cucullоque.

Stamina hypogyna, quatuor, decidua, toro inserta, inter se libera et sibi conformia, cum petalis alternantia; *filamenta* simplicia, brevia, subulata, inter se aequalia; *antherae* basi affixae, anticae, lineari-oblongae, mucronulatae, omnes quadriloculares, loculis longitudinaliter valvatim dehiscentibus, tenere membranaceis, connectivo inconspicuo.

Ovarium superum, sessile, orbiculare, compressum, uniloculare ovulis 2 — 4 in placentis duabus parietalibus intervalvularibus e fundo loculi erectis, anatropis. *Stylus* simplex filiformis, *stigmate* incrassato, capitato-bilobo, papilloso.

Fructus desideratur.

1. *Pteridophyllum racemosum Sieb. et Zuccar.*

Species unica hucusque cognita herba est perennis, acaulis, rhizomate crassiusculo praemorso, radicibus fibrosis. *Folia* exstipulata, omnia radicalia, petiolata, petiolo furfuraceo-squamuloso, pectinato-pinnatisecta cum impari; segmenta numerosa, subopposita, approximata, inferiora sensim minora et quasi deliquescentia, summum impar trilobum, reliqua lineari-oblonga, subfalcata, apicem versus parum latiora, rotundata et serrulata, ceterum integerrima, basi in margine sursum spectante munita auricula lanceolata vel deltoidea bi-vel tridentata, dentibus in setas longas terminatis, compage tenera, tenuissime venosa, utrinque glabra. *Scapi* nudi, foliis longiores, simplices, in racemum simplicem vel basi subramosum multiflorum terminati, pedicellis plerumque geminis filiformibus, ima basi bibracteolatis.

Habitat in insulae Nippon provincia Sinano ad lacum Suwa. ♃.

Etymologia. Nomen e graeco πτέρις, filix et φύλλον folium, propter folia tam forma quam textura filicina referentia.

Explicatio Tab. I. 1.

Fig. a. 1. Flos integer, auctus. — a. 2. Calycis foliolum, magis auctum. — a. 3. Petalum exterius. — a. 4. Petalum interius. — a. 5. Stamen. — a. 6. Idem anthera transversim dissecta. — a. 7. Pistillum. — a. 8. Ovarium longitudinaliter dissectum, ovulorum insertionem monstrans. — a. 9. Idem transversim dissectum. Omnia aucta. — a. 10. Partium floralium dispositio. — a. 11. Folium, m. n. — a. 12. Ejusdem segmentum cum auricula basilari, auctum.

Die Gattung erscheint desswegen interessant, weil sie Hypecoum mit den eigentlichen Fumariaceen verbindend, zugleich den regulären Typus der letzteren durch die vier unter sich konformen freien Staubgefässe, die mit den Blumenblättern abwechseln, darzustellen strebt.

II. EUCAPNOS. SIEB. ET ZUCCAR.

Diadelphia Hexandria Linn. Syst. sex. — Famil. naturalis: *Papaveraceae* Juss.

Calyx hypogynus, diphyllus, coloratus, ante anthesin deciduus, foliolis lateralibus sibi oppositis lanceolatis erectis.

Corolla hypogyna, tetrapetala, decidua; *petala* exteriora saccato-gibba, carinata, apice appendiculato-reflexa; interiora duo lateralia erecta a basi ad medium usque plana, superne cucullata, dorso carinata, erecto-conniventia et genitalia obtegentia.

Stamina hypogyna, sex, decidua, in phalanges duas petalis exterioribus oppositas connata; *filamenta* cujusvis phalangis tria, basi inter se libera arcuata et in sacculum petali oppositi descendentia, exteriora complanato-alata, intermedium anguste lineare apterum, omnia ecalcarata, demum adscendentia et supra medium inter se connata, inde apicem versus iterum libera subulata; *antherae* basifixae, anticae, intermediae cujusvis phalangis bi-, laterales uniloculares, valvatim dehiscentes.

Ovarium superum, sessile, oblongo-lineare, uniloculare; ovula in placentis parietalibus sibi oppositis intervalvularibus numerosa, uniseriata. *Stylus* cylindricus, persistens *stigmate* bilamellato, lobis orbicularibus conniventibus papillosis.

1. ***Eucapnos spectabilis*** *Sieb. et Zuccar.*

Fumaria spectabilis Linn. Amoen. acad. 7. p. 457. tab. VII (Icon opt.) et Auct. — Corydalis spectabilis Persoon Enchir. II. p. 269. — Diclytra spectabilis De Cand. Syst. veget. II. p. 110. Prodr. I. p. 126.

Herba perennis? caule subvolubili, foliis caulinis alternis petiolatis exstipulatis, triternatim sectis, segmentis petiolatis iterum ternato-sectis, laciniis incisis lobis acutis glabris glaucescentibus, racemis terminalibus et axillaribus simplicibus secundis elongatis laxis subflexuosis multifloris, pedicellis bractea suffultis bibracteolatis, floribus e Fumariaceis longe maximis speciosis roseis.

Colitur per totam Japoniam, ceterum fide auctorum et Sibiriae meridionalis Chinaeque borealis indigena.

Etymologia. Nomen e graeco εὖ pulchre et καπνός Fumaria.

Explicatio Tab. I. 2.

Fig. b. 1. Flos magn. nat. — b. 2. Alabastrum cum calyce, a. — b. 3. Dimidia pars floris, petalum exterius et interius, alteram staminum phalangem et pistillum monstrans, a. — b. 4. Petalum interius a dorso. — b. 5. Petala interiora sibi apposita et pistillum includentia a latere, a. — b. 6. Staminum phalanx, a. — b. 7. Pistillum, a. — b. 8. Ovarium transversim dissectum, a.

Obgleich mit Dielytra etc. nahe verwandt, unterscheidet sich die Gattung doch zur Genüge durch den Bau der Staubfaden, von welchen die beiden äussern jeder Phalanx an ihrer untern freien Hälfte breit geflügelt erscheinen, während der mittlere schmal bleibt und keinen Spornfortsatz zeigt. Ihrer Schönheit willen würde sich die Pflanze sehr zur Zierde in unsere Gärten empfehlen.

III. SCHIZOCODON SIEB. ET ZUCCAR.

Pentandria Monogynia Linn. Syst. sex. — Famil. naturalis: *Polemoniaceae* Vent.

Calyx persistens, hypogynus, gamophyllus, regularis, profunde quinquepartitus, laciniis lineari-oblongis obtusis herbaceis nervosis tandem excrescentibus fructumque involucrantibus.

Corolla hypogyna, decidua, gamopetala, regularis, infundibuliformis, tubo recto, limbo quinquepartito, laciniis inter se aequalibus e basi cuneata fimbriato-multifidis patentibus, aestivatione imbricata.

Squamulae quinque imo tubo corollae affixae et limbi laciniis oppositae inclusae, lineares, fimbriato-ciliatae.

Stamina definita, quinque, imo tubo corollae affixa, cum ejusdem laciniis et cum squamulis alternantia, his longiora, inter se libera, aequalia; *filamenta* linearia compressiuscula, recta, glabra, ultra medium corollae adnata; *antherae* erectae vel dorso parum supra basin affixae, emarginato-didymae, anticae, quadriloculares, loculis longitudinaliter dehiscentibus.

Ovarium superum, liberum, sessile, ovato-cylindricum, triloculare; placenta in quovis loculo ex angulo centrali prominula, multiovulata; ovula pluriseriata, adscendentia, amphitropa? *Stylus* terminalis, simplex, cylindricus, exsertus, persistens, *stigmate* tridentato parum incrassato.

Capsula calyce persistente cincta et stylo coronata, pergamena, globoso-subtrigona, trilocularis, trivalvis; valvulae a vertice loculicidae septumque ab angulo centrali auferentes, basi cohaerentes; placentae ex angulo centrali prominentes, crassae, polyspermae.

Semina parva, multiseriata, adscendentia, subdeltoideo-inaequilatera, compressiuscula, ad hilum subtruncata, vertice acuta vel subappendiculata. *Testa* tenuissime membranacea, celluloso-reticulata. *Albumen* carnosum. *Embryo?*

1. *Schizocodon soldanelloides Sieb. et Zuccar.*

Unica species hucusque nobis cognita *herba* est perennis, radice fibrosa, foliis omnibus radicalibus, longe petiolatis, exstipulatis simplicibus, e basi cordata suborbicularibus vel ovatis rotundatis, sinuato-dentatis vel rarius crenatis, glabris coriaceis sempervirentibus, scapis simplicissimis foliis longioribus, in racemum 6 — 10-florum subsecundum terminatis, floribus nutantibus uni-bibracteatis, segmentis calycinis oblongis truncatis, corollae limbo quinquefido, lobis *Soldanellae* floris in modum profunde fimbriato-laciniulatis.

Habitat in summis Japoniae montibus, v. g. in monte Nekodake. ♃.

Etymologia. Nomen e graeco σχίζω scisso, findo et κώδων nola, campanula.

Explicatio Tab. II. 1.

Fig. c. 1. Flos integer, auctus. — c. 2. Calyx cum pistillo, a. — c. 3. Corolla longitudinaliter dissecta et a facie interiore visa, squamulas coronae et stamina monstrans. — c. 4. Staminis pars superior a facie et a dorso, m. a. — c. 5. Pistillum, a. — c. 6. Capsula matura dehiscens, resectis anterioribus calycis laciniis. — c. 7. Capsula seorsum, resecta unius valvulae parte superiore. — c. 8. Eadem tota transversim dissecta, o. a. — c. 9. Semen valde auctum.

Die Pflanze hat im Habitus die grösste Aehnlichkeit mit einer Primulacea, besonders mit Soldanella, mit welcher sie durch die Schlitzung des Blüthensaumes sowohl als durch die aus fünf Schuppen bestehende Nebenkrone zwischen den Staubgefässen übereinstimmt. Doch ist sie durch die Beschaffenheit des Fruchtknotens und der Kapsel, sowie durch die Anheftung der mit den Corollenlappen abwechselnden Staubgefässe unbestreitbar den Polemoniaceen zugewiesen.

IV. TROCHOSTIGMA SIEB. ET ZUCCAR.

Polyandria (Polygamia) Monogynia Linn. Syst. sex.
Famil. natur. Ternströmiaceae Mirb.?

Hermaphrodita vel rarius polygama. *Calyx* hypogynus, quinquepartitus, persistens, laciniis inaequalibus coriaceis horizontaliter patentibus, aestivatione imbricatis.

Corolla hypogyna, regularis, pentapetala decidua; *petala* sessilia, subinaequilatera, obovato-suborbicularia, horizontaliter patentia, aestivatione imbricata.

Stamina hypogyna, indefinita, pluriseriata, numerosa, inter se libera; *filamenta* filiformia, glabra; *antherae* parum supra basin affixae, e basi sagittato-cordata ovatae vel deltoideae, anticae, quadriloculares, longitudinaliter quadrivalves.

Ovarium superum, sessile, subglobosum, 30 — 40-loculare ovulis in quovis loculo pluribus in angulo centrali uniseriatis, horizontalibus anatropis. *Stylus* terminalis brevis cylindricus, crassus. *Stigmata* tot quot locula, 30 — 40, radiatim expansa, linearia, obtusa, superne canaliculata, apice et in utroque margine dense ac tenere papillosa, persistentia. In floribus polygamis stamina sunt completa, pistilli rudimentum vix conspicuum.

Bacca globosa vel elliptica, coriaceo-carnosa subcorticata, 30 — 40-locularis septis membranaceis in centro fructus confluentibus absque distincta columna centrali. *Semina* in quovis loculo plura, uniseriata, in angulo centrali horizontaliter suspensa, obovato-elliptica. compressiuscula, anatropa.

Testa epidermide seu arillo cartilaginoso pellucido, sicco reticulato-scrobiculato vestita, ipsa crustacea, nitida; tunica interior tenuis, membranacea. *Albumen* aequabile, carnosum. *Embryo* axilis, orthotropus, radicula hilum spectante, cotyledonibus plane sibi incumbentibus.

Habitus. Frutices volubiles vel recti, ramis teretibus saepe elongatis tenuibus, foliis alternis petiolatis simplicibus serratis acutis penninerviis, glabris vel subtus pubescentibus, deciduis, stipulis nullis, floribus hermaphroditis vel polygamis, axillaribus, solitariis vel in corymbos paucifloros congestis, albis, rosaceo-expansis.

Etymologia. Nomen e graeco *τροχὸς* rota et *στίγμα*, stigma. Species nobis hucusque notae sunt:

1. *Trochostigma rufa S. et Z.*

Tr. foliis e basi rotundata obovato-ellipticis argute cuspidatis, repando-serrulatis serraturis distantibus falcatis adpressis, penninerviis, supra glabris subtus ad venas ferrugineo-pubescentibus, petiolis laminam subaequantibus, floribus corymboso-cymosis, pedunculis calycibusque dense ferrugineo-tomentosis.

Crescit in altioribus montibus insulae Kiusiu. Floret Majo. ♄.

2. *Trochostigma arguta S. et Z.*

Tr. foliis e basi rotundata vel cordata obovatis vel obovato-oblongis longe cuspidatis a basi in apicem usque serraturis accumbentibus setaceo-cuspidatis dense et argute serratis, penninerviis utrinque glabris, petiolis lamina brevioribus, floribus in corymbum pauciflorum dispositis vel subsolitariis, pedunculis calycibusque pubescentibus.

Crescit rarius in Japonia meridionali. Floret Aprili, Majo. Maturat fructus Julio. ♄.

3. *Trochostigma repanda S. et Z.*

Tr. foliis e basi rotundata ovatis acutis basi et in acumine obtuso integerrimis, ceterum remote repando-crenatis crenis rotundatis glandula mucronatis, utrinque glabris, petiolis laminam subaequantibus, pedunculis axillaribus filiformibus unifloris aeque ac calyces glabris.

Crescit in Japonia meridionali. ♄.

4. *Trochostigma polygama S. et Z.*

Tr. polygama, foliis alternis e basi rotundata late ovatis vel obovatis acuminatis, in toto margine serraturis mucronatis accumbentibus argute serrulatis, petiolis lamina brevioribus, pedunculis uni- bifloris calycibusque glabris.

Crescit in montibus saxosis prope Nangasaki. ♄.

5. *Trochostigma volubilis S. et Z.*

Tr. ramis volubilibus elongatis gracilibus, foliis e basi rotundata lanceolatis acuminatis argute serratis utrinque glabris, novellis linearibus subtus pubescentibus, pedunculis axillaribus longis unifloris.

Ex urbe Oosaka allata colitur in horto botanico insulae Dezima. Floret Aprili, Majo. ♄.

Explicatio Tab. II. 2.

Fig. d. 1. Flos *Trochostus polygamae* a facie et d. 2. Idem a dorso, dimidio auctus. — d. 3. Petalum, auct. — d. 4 — 6. Stamen a facie et a dorso, auct. — d. 7. Pistillum auct. — d. 8. Fructus Tr. *rufae* m. nat. — d. 9. Idem transversim dissectus, locula monstrans, magn. nat. — d. 10. Ejusdem sectio basilaris loculis plurimis inanibus. — d. 11. Semen cum arillo, valde auct. — d. 12. Idem ademto arillo. — d. 13. Ejusdem sectio longitudinalis, albumen et embryonem monstrans, v. a.

Wir stellen diese Gattung einstweilen noch zu den Ternströmiaceen, insoferne sie namentlich mit Saurauja Willd. und Microsemma Labill. manche Verwandtschaft zeigt. Sie nähert sich andrerseits auch den Bixinen und Flacourtien, weicht aber wesentlich durch die Placentatio centralis ab und erinnerte in der Fruchtbildung am meisten an die Aurantiaceen, wenn der starke Eiweisskörper der Samen nicht wäre. Vielleicht bildet sie den Typus einer eigenen Familie, zu welcher später noch mehr Glieder aufgefunden werden dürften.

V. CONANDRON SIEB. ET ZUCCAR.

Pentandria Monogynia Linn. Syst. sex. — Familia naturalis: *Scrophularinae* R. Br.

Calyx hypogynus, regularis, profunde quinquepartitus, persistens, laciniis lineari-lanceolatis acuminatis inter se subaequalibus, aestivatione imbricatis.

Corolla hypogyna, gamopetala, regularis, rotata, profunde quinquepartita, laciniis e basi cordata lanceolatis acutis inter se aequalibus, aestivatione imbricatis, tubo brevissimo ad faucem foveolis quinque totidemque maculis superpositis imberbibus cum laciniis alternantibus notato.

Stamina quinque, basi corollae affixa et cum ejusdem laciniis alternantia, inter se aequalia; *filamenta* libera, subulata, brevia, erecta; *antherae* erectae, basi cordatae, marginibus connatae in tubum conicum sursum longe ultra locula productum et apice pervium, quadriloculares, introrsum quadrivalves.

Ovarium superum, liberum, conicum, e carpidiis duobus compositum, quorum margines introflexi sibique appositi septa praebent spuria et incompleta, in centro loculi vero divergentes et reflexi ovula gerunt numerosa, pluriseriata. *Stylus* simplex, cylindricus, tubum stamineum aequans. *Stigma* capitatum, subexsertum.

Fructus desideratur.

2. *Conandron ramondioides Sieb. et Zuccar.*

Herba Ramondae facie, acaulis, e tubere parvo globoso et lana brunnea vestito proveniens. *Folia* unicum vel pauca, omnia radicalia, petiolata et basi in petiolum decurrentia, ovato-elliptica, acuta, grosse et inaequaliter duplicato-serrata, tota glabra, penninervia, rugosa, membranacea, una cum petiolo 6 — 12″ longa, 2 — 3″ lata. *Scapi* radicales plerumque solitarii, foliis breviores, semipedales, nudi, multiflori; flores in corymbum dichotomum dispositi intermedio ex angulo dichotomiae praecociori, lateralibus utrinque 5 — 7 bibracteolatis, omnes pedicellati pedicellis apice infra calycem incrassatis, ante anthesin nutantes, sub foecundatione erecti; *corolla* eam Boraginis officinalis aemulans sed alba et basi maculis quinque aurantiacis notata.

Habitat in Japoniae montibus altioribus.

Etymologia. Nomen e graeco κῶνος conus et ἀνδρῶν pars domus in qua viri a mulieribus seorsum agunt.

Explicatio Tab. III. 1.

Fig. e. 1. Pars inflorescentiae, m. n. — e. 2. Calyx cum superiore incrassata parte pedunculi, a. — e. 3. Corollae laciniae duae, a. — e. 4. Tubus stamineus, a. — e. 5. Idem longitudinaliter dissectus et explicatus a facie interiore. — e. 6. Idem transversim dissectus, locula monstrans, a. — e. 7. Ovarium transversim dissectum cum ovulis.

Die Gattung hat offenbar mit Ramondia die grösste Aehnlichkeit, unterscheidet sich aber hinreichend durch die verwachsenen und in einem häutigen Kegel verlängerten Antheren.

VI. TRIPETALEIA SIEB. ET ZUCCAR.

Hexandria Monogynia Linn. Syst. sex. Familia naturalis: *Olacineae Mirb.?*

Calyx hypogynus, gamosepalus, cupularis, quinquedentatus, infra fructum stipitatum persistens.

Corolla hypogyna, regularis, decidua, tripetala; *petala* exunguiculata, lineari-oblonga, aestivatione subvalvata.

Stamina hypogyna, libera, decidua, sex, omnia fertilia; *filamenta* compresso-plana uninervia erecto-conniventia; *antherae* basi affixae, oblongae emarginatae anticae valvatim dehiscentes, tenuiter membranaceae, connectivo vix conspicuo.

Ovarium in stipite cylindrico calycem superante globoso-subtrilobum, triloculare, placenta in quovis loculo ex angulo centrali pendula pluriovulata; ovula circiter 10 biseriata, horizontaliter patentia, orthotropa? *Stylus* terminalis, persistens, cylindrico-subclavatus, elongatus, pervius, apice in annulum seu discum incrassatus cui *stigma* insidet trilobum, lobis subdeltoideis, primum conniventibus, demum patentibus et apicem versus subreflexis.

Capsula stipitata, stylo coronata, globoso-triloba, trilocularis, trivalvis, valvulae septicidae a columna centrali placentifera coccorum in modum una cum placentis seminibusque solvendae. *Semina* in quovis loculo 8 — 10 placentae e columna centrali prominenti affixa, biseriata, horizontalia, muco exsiccato crustaceo inter se conglobata, elliptica, compressiuscula hilo prominulo. *Testa* membranacea, reticulato-cellulosa. *Albumen* carnosum, aequabile. *Embryo* albumine infra verticem seminis inclusus, rectus, orthotropus, radicula brevissima conica verticem, cotyledonibus carnosis ultra medium inter se connatis hilum spectantibus.

1. *Tripetaleia paniculata Sieb. et Zuccar.*

Frutex ramis alternis, junioribus angulato-trigonis cortice fuscescente vestitis, gemmis perulatis. *Folia* alterna, simplicia, basi cuneata in petiolum decurrentia, obovato-subrhombea, acuta, mucronulata, integerrima, penninervia, membranacea, glabra, decidua, exstipulata. *Flores* in paniculas terminales laxas erectas bi- vel tripollicares dispositi; pedunculi basi bractea lineari suffulti et ipsi bracteolis duabus suboppositis infra medium muniti, ante anthesin nutantes, fructiferi erecti; capsula globoso-tricocca, stipite cylindrico dimidium ejus aequante insidens.

Habitat in Japonia. ♄.

Explicatio Tab. III. 2.

Fig. f. 1. Flos integer cum pedunculo et bracteis, auctus. — f. 2. Calyx genitalia ambiens, a. — f. 3. Stamen a facie et a dorso, m. a. — f. 4. Capsula in calyce, stylo coronata, a. — f. 5. Eadem resecta tertia valvula, ut columna centralis et placentae una cum valvulae ademtae cicatrice appareant. — f. 6. Capsula transversim dissecta, locula et seminum insertionem in placentis monstrans. — f. 7. Valvula ab angulo centrali visa, placentam simul ab axi centrali solutam includens, a. — f. 8. Semen, valde a. — f. 9. Idem longitudinaliter dissectum, albumen et embryonem monstrans.

Nur zweifelhaft reihen wir diese räthselhafte Gattung der kleinen freilich selbst noch wenig bekannten Gruppe der Olacineen an, mit deren einzelnen Gattungen Verwandtschaftsmomente bestehen. Namentlich erinnert bei Olax das Stehenbleiben des Kelches, die Dreizahl der Blumenblätter und Staubgefässe, die Gestalt der Narbe und die Lage und Bildung des Embryo an unsere Pflanze. Dagegen weicht sie aber beträchtlich ab durch den gestielten Fruchtknoten (bei Opilia giebt Roxburgh etwas Aehnliches an) und noch mehr durch die dreifächrige, dreiklappige Kapselfrucht mit vielen Samen, welche durch eine Art vertrockneten Schleimes aneinander gekittet in jedem Fache in zwei Reihen liegen.

VII. PITYROSPERMA SIEB. ET ZUCCAR.

Polyandria Monogynia Linn. Syst. sex. ***Famil. naturalis. Ranunculaceae** Juss.*

Calyx hypogynus, corollinus, tetraphyllus, regularis, coloratus, deciduus, aestivatione imbricata. *Corolla* nulla. *Stamina* hypogyna, indefinita, a se invicem libera, omnia fertilia et conformia; filamenta linearia.

Corolla nulla.

Stamina hypogyna, indefinita, a se invicem libera, omnia fertilia et conformia; *filamenta* linearia, compresso-plana, glabra; *antherae* basi affixae, oblongo-ellipticae, quadriloculares, loculis lateraliter dehiscentibus.

Ovarium unicum, superum, liberum, substipitatum, uniloculare, multiovulatum ovulis juxta suturam ventralem biseriatis horizontalibus anatropis. *Stylus* brevis cylindricus, persistens. *Stigma* depresso-orbiculare in centro concavum.

Capsula follicularis, stipitata, stylo reclinato coronata, hinc sutura ventrali a vertice decurrente percursa, pergamena, transversim venosa, unilocularis, 8 — 10 sperma.

Semina in sutura ventrali biseriatim arcte sibi imposita, horizontalia, oblongo-tri-vel tetragona. *Testa* tenuissime membranacea, appendiculis s. squamulis teneris flexuosis horizontaliter patentibus undique tecta. *Albumen* aequabile. *Embryo* in axi albuminis minimus, radicula hilum spectante.

Habitus. Herbae perennes. *Folia* omnia radicalia, longe petiolata, basi subvaginantia, ternati-secta; segmenta longe pedicellata pedicellis aequilongis vel medio parum longiore 2 — 5 pollicaribus, aut simplicia, palmato-3 — 5-fida laciniis longe acuminatis vel rotundatis, aut iterum ternato-secta, laciniis pedicellatis. *Scapi* radicales aphylli, erecti, simplicissimi vel ramosi, folia superantes. *Flores* in spicam jam̃ ante anthesin elongatam longissimam simplicissimam vel basi ramosam dispositi, sessiles, horizontales basi tribracteolati, albi. *Capsulae* stipitatae et in stipite sursum flexo erectae, axi adpressae.

1. *Pityrosperma acerinum Sieb. et Zucc.*

P. foliis ternato-sectis, segmentis longe pedicellatis e basi cordata tri-vel quinquelobis, lobis longe acuminatis inciso-serratis, serraturis setaceo-mucronatis.

Actaea japonica Thunb. flor. japon. p. 221 et auct.

2. *Pityrosperma obtusilobum S. et Z.*

P. foliis ternato-sectis, segmentis longe pedicellatis e basi cordata obsolete 5 — 7 lobis abbreviatis rotundatis repando-dentatis, dentibus brevissimis setaceo-mucronatis.

3. ***Pityrosperma biternatum* S. et Z.**

P. foliis biternato-sectis, segmentis pedicellatis e basi oblique truncata et inaequilatera ovatis inciso-lobatis, lobis obtusis inaequaliter serratis.

Etymologia. Nomen e graeco πίτυρον furfur et σπέρμα semen, propter semina squamulis furfuraceis dense obsita.

Explicatio Tab. III. 3.

Fig. g. 1. *Pityrosp. acerini* flos apertus, a. — g. 2. 3. Bracteola a facie et a dorso, a. — g. 4. Calycis foliolum a facie, a. — g. 5. Stamen a facie et a dorso, m. a. — g. 6. Pistillum. — g. 7. 8. Capsula ab utroque latere. — g. 9. Eadem dorso longitudinaliter dissecta ut semina appareant. — g. 10. 11. Semen a facie et a dorso, o. a.

Die Gattung ist am nächsten mit Botrophis Rafin. (Actaea racemosa L.) verwandt, unterscheidet sich aber durch die sämmtlich fruchtbaren und gleichförmigen Staubgefässe und durch die mit Spreuschüppchen dicht besetzten Samen.

Die gelehrten Verfasser der Flora of North America (Vol. I. p. 35) ziehen Cimicifuga, Actinospora und Botrophis wieder zu einer Gattung zusammen. Wir möchten indessen, was wenigstens Botrophis betrifft, nicht damit übereinstimmen, weil, wenn wir so strenge zusammenziehen wollten, selbst Coptis sich schwer mehr von Cimicifuga trennen liesse.

VIII. CORCHOROPSIS SIEB. ET ZUCCAR.

Polyandria Monogynia. Linn. Syst. sex. — Famil. naturalis: *Tiliaceae* Juss.

Calyx hypogynus, pentaphyllus, regularis, persistens; foliola lanceolata acuta integerrima, post foecundationem reflexa, extus pilis stellatis tomentosa, aestivatione valvata.

Corolla hypogyna, regularis, pentapetala, rosaceo-patens; petala cum sepalis alternantia, breviter unguiculata, obovato-suborbicularia et subinaequilatera, aestivatione valvato-convoluta.

Stamina fertilia decem vel rarius quindecim, toro affixa, inter se libera vel ima basi subcoalita; *filamenta* compressiuscula, adscendentia, glabra, alterna exteriora parum breviora; *antherae* basi affixae, lineari-oblongae, apice emarginatae, posticae, quadriloculares, loculis duobus anterioribus vel intermediis parum brevioribus, omnibus longitudinaliter dehiscentibus; *stamina sterilia* 5 intra fertilia ovarium cingentia, sepalis opposita, elongata, stylum aequantia, erecta, basi linearia sursum sensim latiora et cymbiformi-concava, in dorso convexo papillis globosis seriatis echinulata.

Discus nullus. *Ovarium* superum, sessile, cylindricum, tomentosum, triloculare, ovulis pluribus alternatim biseriatis ex angulo centrali adscendentibus, anatropis. *Stylus* simplex, subclavatus, *stigmate* truncato tridentato.

Capsula elongato-siliquaeformis, cylindrica, membranacea, extus tomentosa, trilocularis, trivalvis, polysperma; valvulae a basi dehiscentes loculicidae, medio dorso septo percursae pro recipiendis singulis seminibus utrinque flexuoso-excavato indeque oblique septulato. *Columna centralis* filiformis, flexuosa, seminum insertionibus dentata. *Semina* columnae centrali affixa et in quovis loculo alternatim biseriata, erecta, ovato-elliptica, acutiuscula, compressa, testa subreticulato-venosa; matura non obvia.

1. *Corchoropsis crenata S. et Z.*

Fructiculus 3 — 4-pedalis, caule vix penna anserina crassiore valde ramoso, ramis stricte adscendentibus, ultimis herbaceis, cortice adulto fusco, in ramis junioribus pilis stellatis cinerascente. *Folia* decidua alterna, petiolata, ovata vel ovato-oblonga, basi rotundata subinaequilatera, acutiuscula, grosse crenato-dentata, utrinque pilis stellatis canescentia basi quinque-sursum penninervia; stipulae subulatae, fugaces. *Pedunculi* axillares, solitarii, uniflori, filiformes, petiolo longiores, hirti, supra medium bracteolis tribus subulatis verticillatis instructi. *Calycis* foliola extus tomentosa, intus glabra. *Corolla* rosaceo-expansa, aurea, magnitudine circiter ejus *Tormentillae*. *Capsulae* cylindricae, pollice parum longiores, valvulis chartaceis.

Habitat in Japoniae provinciis australioribus. ♄.

Etymologia. Nomen ob affinitatem cum *Corchori* genere datum.

Explicatio Tab. IV. 1.

Fig. h. 1. Flos integer, a. — h. 2. Calycis foliolum a dorso visum. — h. 3. Petalum. — h. 4. Stamina duo a facie interiore centro floris adversa. — h. 5. Eadem a facie exteriore, c. a. — h. 6. Anthera transversim dissecta, m. a. —

h. 7. Stamen sterile a facie et a dorso. — h. 8. Pistillum, a. — h. 9. Capsula matura, m. n. — h. 10. Ejusdem sectio transversalis, a. — h. 11. Receptaculum centrale. — h. 12. Valvula intus visa, a. — h. 13. 14. Semen, valde a.

Die Gattung hat mit Corchorus nahe Verwandtschaft, unterscheidet sich aber hinreichend durch die 5 verlängerten, unfruchtbaren Staubgefässe und durch das deutliche Mittelsäulchen der Kapsel. Uebrigens werden bei Corchorus die Samen mit Unrecht als hängend angegeben, denn wenigstens bei allen Arten, die ich untersuchen konnte, fand ich sie aufrecht.

Ob unsere Pflanze identisch ist mit der, welche Thunberg als Corchorus hirtus Linn. aufzählt, lässt sich bei der Kürze seiner Definition nicht ermitteln.

IX. STEPHANANDRA SIEB. ET ZUCCAR.

Decandria Monogynia Linn. syst. sex. — Famil. naturalis: *Spiraeaceae* D. C.?

Calyx hypogynus, gamophyllus, regularis, persistens: tubus brevis cupularis, intus disco nectarifero decemlobo pubescente vestitus; limbus quinquedentatus, laciniis integerrimis.

Corolla pentapetala, regularis, decidua; petala calycis fauci affixa et cum ejusdem laciniis alternantia, unguiculata, spathulato-rhombea, integerrima, radiatim venosa, aestivatione imbricata.

Stamina decem, persistentia, calycis fauci in dentibus disci nectariferi affixa, inter se libera; *filamenta* brevia, subulata, alterna parum breviora, omnia primum inflexa, demum erecta; *antherae* dorso

affixae, late ellipticae, utrinque emarginatae, anticae, quadriloculares, quadrivalves.

Ovarium superum, globosum, extus villosum, uniloculare, biovulatum, ovulis duobus e carpidii sutura pendulis anatropis. *Stylus* terminalis, simplex, filiformis, persistens, stigmate peltato-capitato.

Fructus calyce persistente cinctus, siccus, globoso-depressus, hinc sutura decurrente angulatus, crustaceus, unilocularis di-vel abortu monospermus, seminibus e suturae vertice descendentibus indeque oblique positis, primum clausus tandem in sutura subvalvatim dehiscens.

Semina subglobosa, anatropa. *Testa* crustacea, hinc raphe a vertice ad hilum producta valde prominente percursa; *tunica interior* membranacea, tenuis, in vertice chalaza orbiculari notata. *Albumen* cartilagineum, embryonem axilem includens; cotyledones orbiculares, plane sibi impositae, carnosae, radicula brevis, conica, obtusa, hilum spectans.

1. *Stephanandra flexuosa S. et Z.*

Frutex ramis tenuibus flexuosis distiche ramosis, novellis pubescentibus, gemmis perulatis. *Folia* alterna, petiolata, circumscriptione e basi subcordata ovato-deltoidea, pinnatifida vel profunde incisa, laciniis oblongis grosse ac inaequaliter inciso-serratis, summa in acumen longum producta, serrata, penninervia, membranacea, subtus pubescentia, decidua. *Stipulae* foliaceae, simplices, integrae, persistentes. *Flores* ex apice ramulorum vel ex axillis foliorum superiorum in racemos simplices vel subcompositos subfastigiatos dispositi; pedicelli basi bractea suffulti ipsi ebracteolati. Habitus *Spiraeae.*

Habitat in Japonia. ♄.

Etymologia. Nomen e graeco *στέφανος* corona et *ἀνήρ* vir.

Explicatio Tab. IV. 2.

Fig. i. 1. Flos integer, auctus. — i. 2. Idem longitudinaliter dissectus et expansus. — i. 3. Petalum. — i. 4. 5. Stamen a facie et a dorso. — i. 6. Idem a latere. — i. 7. Pistillum. — i. 8. Capsula in calyce. — i. 9. Eadem resecto calyce et deraso tomento. — i. 10. Semen a facie et a dorso. — i. 11. Capsula monosperma longitudinaliter dissecta, albumen et embryonis a latere visi situm monstrans. — i. 12. Capsula disperma, eodem modo dissecta, omn. aucta. i. 13. Embryo a dorso visus, valde auctus.

Die Gattung *Adenilema* Blume (Bijdr. 1120), welche Endlicher an das Ende der Saxifrageen stellt, hat Aehnlichkeit, unterscheidet sich aber durch zahlreiche Staubgefässe und viel- (8 — 12) samige Kapsel. Wir haben unsere Gattung zweifelhaft an die Spiraeaceen gereiht, mit welchen sie, besonders mit Kerria und Neillia in den wesentlichen Punkten vollkommen übereinstimmt, und wohin auch Adenilema zu gehören scheint.

X. PLATYCARYA SIEB. ET ZUCCAR.

Dioecia? Linn. Syst. sex, = Famil. naturalis: Juglandeae De Cand.

Diclinis.

Flores masculi ignoti.

Flores foeminei in amentum strobilaceum ovatum multiflorum congesti.

Bracteae simplices, dense alternatim imbricatae patentes, lanceolatae, acutae, integerrimae, coriaceo-aridae, in faciei superioris basi glandula seu pedicello aduato aucta cui flos insidet.

Flores solitarii ex axilla cujusvis bracteae, in glandula seu stipite bracteae aduato oblique sessiles.

Calyx intime cum ovario connatus, margine utrinque in alam membranaceam extensus, 5-nervius.

Ovarium obovato-suborbiculare, compressum, uniloculare, ovulo unico erecto orthotropo. *Stylus* nullus. *Stigmata* duo, crassiuscula, papillosa, persistentia.

Drupa monopyrena parva, calyce persistente obducta et utrinque in margine ala membranacea cincta, compresso-plana, ad insertionem hinc (dorso) basi oblique excavata, putamine tenui crustaceo, intus basi bi- superne uniloculari, evalvi, monosperma. *Semen* basi placentae cum septo abbreviato cohaerenti affixum, erectum, compressum, basi bilobum, apice in acumen productum, plus minus sinuato-torulosum. *Testa* membranacea. *Embryo?*

1. *Platicarya strobilacea Sieb. et Zuccar.*

Arbor, ramis teretibus, *foliis* alternis petiolatis impari-pinnatis tri-vel quadrijugis, foliolis lateralibus sessilibus basi inaequilateris terminali pedicellato, omnibus oblongo-lanceolatis subfalcatis acuminatis totis argute serratis serraturis incumbentibus, costato-penninerviis utrinque glabris subtus glaucescentibus et dense reticulato-venosis, deciduis. *Stipulae* nullae. *Gemmae* perulatae. *Flores foeminei* e gemmis propriis, in amentum strobilaceum ellipticum congesti, numerosi. *Bracteae* dense squarroso-imbricatae lineari-lanceolatae, acutae integerrimae, coriaceo-aridae, castaneae, glabrae.

Etymologia. Nomen e graeco πλατὺς latus et κάρυον nux.

Explicatio Tab. V. 1.

Fig. k. 1. Strobilus maturus, m. nat. — k. 2. Nux a facie, aucta. — k. 3. Eadem a dorso. — k. 4. Eadem longitudinaliter dissecta. — k. 5. 6. Putamen, auct. — k. 7. Semen auct. — k. 8. Bractea cum glandula basilari a facie, a.

Wir wollten diese merkwürdige Gattung nicht zurückstellen, obwohl uns leider die männlichen Blüthen fehlen, weil sie ein wichtiges Verbindungsglied in der kleinen Familie der Juglandeen zu bilden und deren einfachste Form nachzuweisen scheint.

XI. CERASEIDOS SIEB. ET ZUCCAR.

Icosandria Monogynia Linn. Syst. sex. — Familia natur.: Amygdaleae Juss.

Calyx hypogynus, gamosepalus; regularis, deciduus, infundibuliformis, tubo cylindrico limbo quinquefido laciniis ovatis acutis serrulatis pulchre reticulatim venosis tubo brevioribus.

Corolla nulla.

Stamina 24 — 30, calycis tubo usque ad faucem adnata, sursum libera; *filamenta* inaequilonga, brevissima 5 cum calycis laciniis alternantia; antherae dorso affixae, ellipticae, utrinque emarginatae, anticae, quadriloculares, quadrivalves.

Discus nectarifluus, obsoletus, fundum calycis investiens.

Ovarium superum, ovatum, uniloculare, bi-ovulatum, ovulis e vertice loculi pendulis anatropis. *Stylus* terminalis, simplex, filiformis exsertus, glaber. *Stigma* capitato-depressum.

Fructus.

1. *Ceroseidos apetala S. et Z.*

Arbor vel frutex; rami juniores cortice albido, laevi vestiti, teretes. *Gemmae* perulatae. *Folia* in ramulis lateralibus abbreviatis fasciculatim congesta, in vegetioribus alterna, petiolata petiolo brevi dense hirsuto, lanceolata, longe cuspidata, in toto margine densissime et profunde serrato-dentata, dentibus lineari oblongis saepe bifidis glanduloso-mucronatis, juniora utrinque pubescenti-hirta, annua. *Stipulae* persistentes, lineares, foliaceae, toto margine argute serratae, serraturis glanduloso-mucronatis. *Flores* e gemmis proprius perulatis solitarii, pedunculati, plerumque cernui. *Calyx* 5‴ circiter longus, extus pubescens, reticulato-venosus.

Habitat in Japonia. ♄.

Etymologia. Nomen e graeco κέρασος cerasus et εἶδος facies.

Explicatio Tab. V. 2.

Fig. I. 1. Flos integer cum pedunculo et gemma, a. — I. 2. Calycis lacinia intus visa, a. — I. 3. Calycis longitudinaliter

dissecti laciniae tres cum staminibus, a. — l. 4. Stamen a facie et a dorso m. a. — l. 5. Pistillum, a. — l. 6. Ovarium longitudinaliter dissectum, m. a. — l. 7. Folium cum stipulis. — l. 8. Pars marginis folii, magis aucta.

Die verhältnissmässig sehr lange trichterförmige Kelchröhre und das gänzliche Fehlen der Blumenblätter dürften die Trennung der Gattung von Prunus zwar allein schon rechtfertigen, aber fast noch mehr fodert der ganze Habitus der Pflanze zu einer solchen Sonderung auf. Die eigenthümliche Zähnung der Blätter und Nebenblätter, die aus besondern Knospen einzeln hervorkommenden, lang gestielten überhängenden Blüthen geben dem Baume ein so fremdartiges Ansehen, dass Niemand ohne genauere Untersuchung an seine Verwandtschaft mit Prunus erinnert wird.

XII. PHYLLOSTACHYS SIEB. ET ZUCCAR.

Triandria Digynia Linn. Syst. sex. — Familia natur.: Gramineae Juss.

Flores paniculati, ramis paniculae primariis apice plerumque iterum foliosis; ramuli basi squamis seu glumis inanibus imbricatis serius deciduis obtecti, sursum spiculas 2 — 5 alternas ferentes.

Spiculae lineari-lanceolatae tri — quinqueflorae, summo saepe sterili longius pedicellato.

Glumae duae, distantes, saepius inaequales, multinerviae, concavae, glabrae, apice rotundato-contractae et fimbriatae inde aristae loco iterum in laminam foliaceam ovato-lanceolatam acutam multinerviam extensae, rarius muticae.

Paleae duae; inferior ovato-lanceolata acuminata vel rarius glumae in modum in foliolum extensa, tenuiter multi- (15 — 17-) nervia, glabra, apicem versus scabra; superior lanceolata, cylindraceo-involuta, parinervis, dorso bicarinata carinis serrulato-scabris, apice bifida laciniis subulatis.

Squamae tres, aequales vel inaequales, majori paleae interiori apposita, omnibus lanceolatis acutiusculis, tenuiter nervosis membranaceis.

Stamina tria, libera, primum inclusa, demum longe exserta; *filamenta* filiformia, tandem elongata; *antherae* lineares, basi emarginato-sagittatae, apice integrae acutae, dorso affixae, anticae.

Ovarium longe stipitatum stipite compressiusculo, ovato-trigonum, uniloculare. *Stylus* simplex, erectus, glaber, stamina primum superans, demum aequans; *stigmata* tria filiformia, remote serrulato-plumosa, longe exserta.

1. *Phyllostachys bambusoides S. et Z.*

Culmi inermes ramis fistulosis firmis colore stramineis, nodis prominentibus, ramulis semiverticillatis, basi squamis inanibus serius deciduis obtectis iterum ramosis ultimis in specc. nostris spiculas 3 — 5 subsessiles ferentibus, summo in quovis verticillo apice foliifero. *Vaginae* foliorum glabrae, ore setis (nervis excurrentibus) deciduis fimbriatae. ***Folia*** breviter petiolata lamina basi rotundata, lanceolata, acuminata, margine scabra, superne glabra subtus praesertim basin versus subtiliter pubescentia, firmula, utrinque a nervo medio 4 — 6-nervia.

Spiculae primum cylindricae, demum lanceolatae, pollicares; laminae glumis aristae loco insidentes e basi rotundata lanceolatae acutae dense multinerviae, scabrae, glumis dimidio breviores; antherae elongatae, 5 — 6‴ longae.

Etymologia. Nomen e graeco φύλλον folium et στάχυς spica.

Explicatio Tab. V. 3.

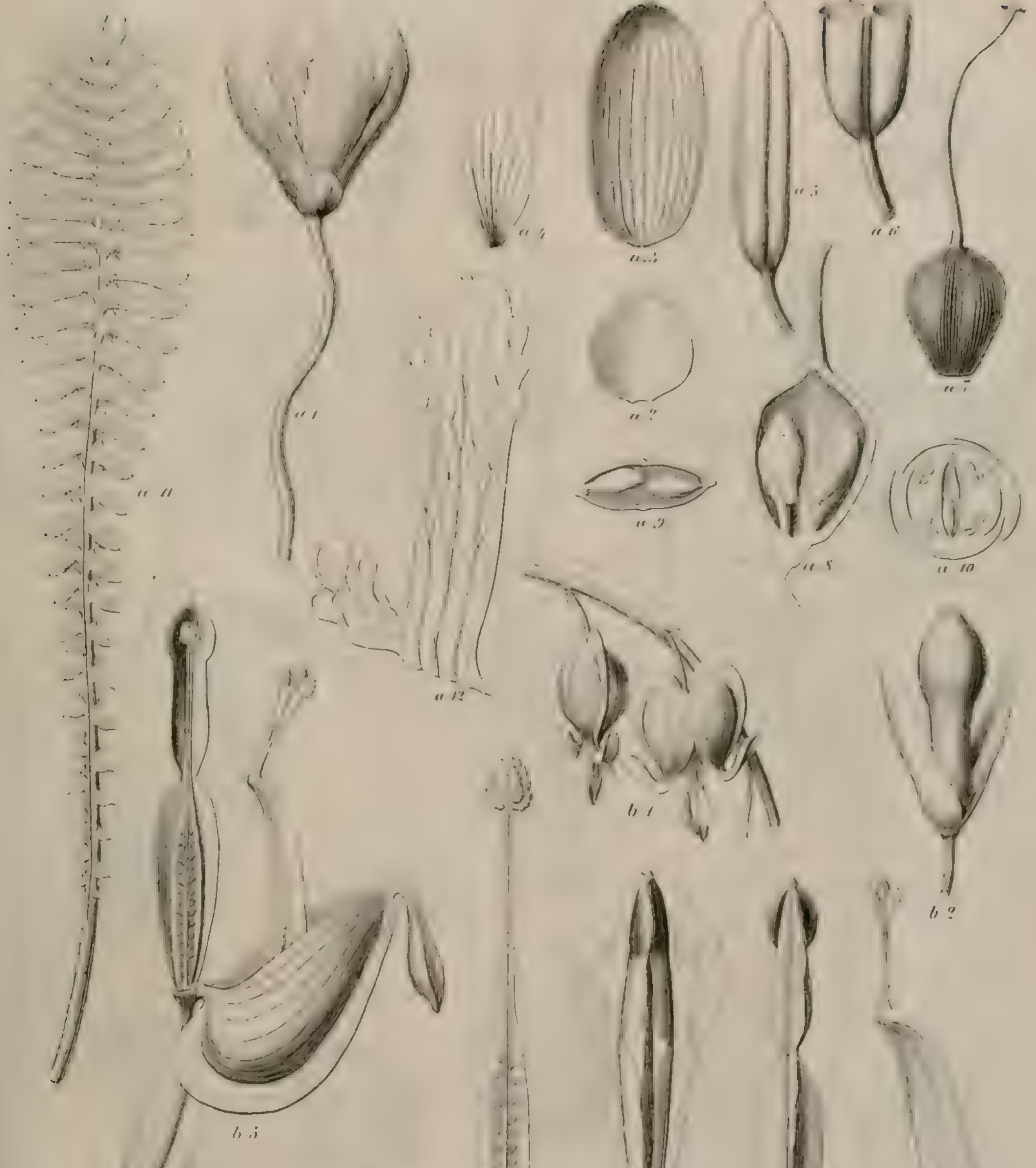
Fig. m. 1. Ramulus floridus spiculas 5 ferens, magn. nat. — m. 2. Gluma cum lamina foliacea ei insidente, a. — m. 3. Paleae flosculi, interiore a dorso visa, a. — m. 4. Palea exterior a dorsa, a. — m. 5. Flosculi duo summi, quorum terminalis sterilis. — m. 6. Stamen a facie et a dorso ex alabastro, a. — m. 7. Idem filamento jam elongato. — m. 8. Ovarium stipitatum cum stylo et stigmatibus a staminibus cinctum, ex alabastro, a. — m. 9. Squamae tres, postica (a) parum majore, a. — m. 10. Partium flosculi dispositio.

Die an der Spitze in eine deutliche Blattfläche auslaufenden äusseren Kelchspelzen und das sehr lang gestielte ovarium scheint die Trennung der Gattung von Arundinaria hinreichend zu rechtfertigen. Von Bambusa unterscheidet sie sich überdiess noch durch die Zahl der Staubgefässe.

Im Allgemeinen ist die Zahl der Bambuseen in Japan verhältnissmässig sehr gross, aber schon Thunberg bemerkt, dass er nie eine derselben blühend sah und leider geben auch von Siebold's und Bürgers Herbarien Zeugniss davon, wie selten sie zum Blühen gelangen. Unter wenigstens 15 Arten sind nur 3 mit Blüthen vorhanden, wovon 2 Arundinarien und nur die dritte unsere Phyllostachys. Es muss vorläufig unentschieden bleiben, zu welchen Gattungen die nicht blühenden Exemplare gehören. Einige haben,

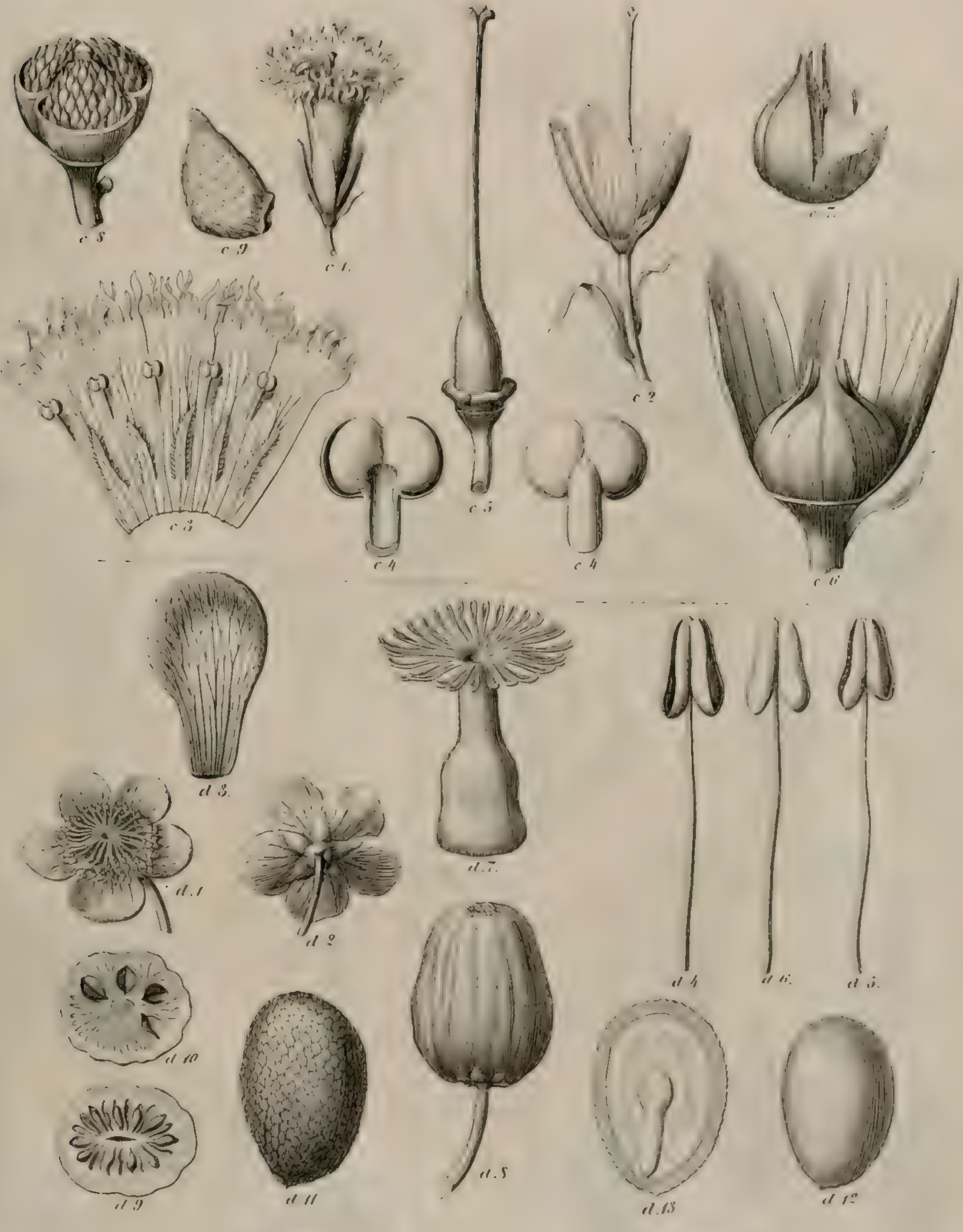
wie die mitgebrachten Stammstücke beweisen, Halme von 4 — 5 Zoll Durchmesser, deren Wandung daumendick, sehr hart und ebenso schwer ist. Wir haben Grund zu vermuthen, dass unsere Phyllostachys zu diesen grössten Arten gehöre. Kämpfer (*Amoen. exot. V. p. 898*) führt sieben Species auf, die er zu Arundo Indica d. h. zu Bambusa rechnet. Unter diesen ist eine grosse Art, *Tsiku* oder *Fatsku*, die er für identisch mit dem indischen Bambus hält. Der junge Stockausschlag giebt in Essig und Salz eingemacht mit Zwiebeln und spanischem Pfeffer den besten Atsjaar oder Atschar. Die Wurzelsprossen (radices) gäben Kämpfers Angabe zufolge die Spazierstöcke, welche im Handel damals fälschlich Rotang oder Rottang hiessen, nämlich jene im Innern nicht hohlen, kurzgliedrigen, mit zweizeilig gestellten Furchen bezeichneten, nach vornen gewöhnlich schnell sich verjüngenden Sprossen, die man jetzt ausschliesslich Bambusrohre nennt. Nach Rumph (*Herb. Amboin.* IV. p. 18) wäre die Pflanze auch identisch mit *Arundo Indica farcta* des Dodonaeus oder *Ar. japonica.* Rumph fügt aber bei, dass die Bambusrohre des Handels lediglich eigenthümliche oberirdische Seitensprossen aus alten vielfach verstümmelten Stämmen der Arundo japonica seyen (radices spuriae, quae ex vetustis et saepius detruncatis arundinum fruticibus supra terram ex stipitibus transversaliter progerminant). In den Handel kämen sie durchgehends aus Japan, doch hätten ihm Chinesen versichert, dass auch in ihrer Heimath verschiedene Bambusarten sich fänden. Mit den eigentlichen Rottang (Calamus-) Arten hätten sie aber durchaus nichts gemein. Demgemäss kämen also unsere eigentlichen wenn gleich innen soliden Bambusstöcke wirklich von einem Baumgrase und nicht von einer Rotangpalme,

Die dunkelbraunen, ins Schwärzliche oder Grünliche ziehenden langgliedrigen und hohlen Stäbe, welche im Handel jetzt mit unter dem Namen „Pfefferrohr“ vorkommen, gehören dagegen wahrscheinlich der *Bambusa* (?) *nigra Lodd.* an, zu welcher *Arundarbor nigra, Sinensibus Ontill Rumph.* l. c. p. 18 gezogen wird. Vermuthlich gehört hieher auch *Shi tsiku vulgo Murisacki dacke* i. e. Arundo purpurea des Kämpfer, welche Thunberg als eine vermeintliche Spielart zu seiner mit Sicherheit gar nicht zu ermittelnden Arundo Bambos zieht. Sie scheint in China und Japan zu Spazierstöcken, Stielen von Sonnenschirmen u. s. w. vorzüglich verwendet zu werden.


a 1
a 2
a 3
a 4
a 5
a 6
a 7
a 8
a 9
a 10
a 11
a 12
b 1
b 2
b 3
b 4
b 5
b 6
b 7
b 8

I. Pteridophyllum.

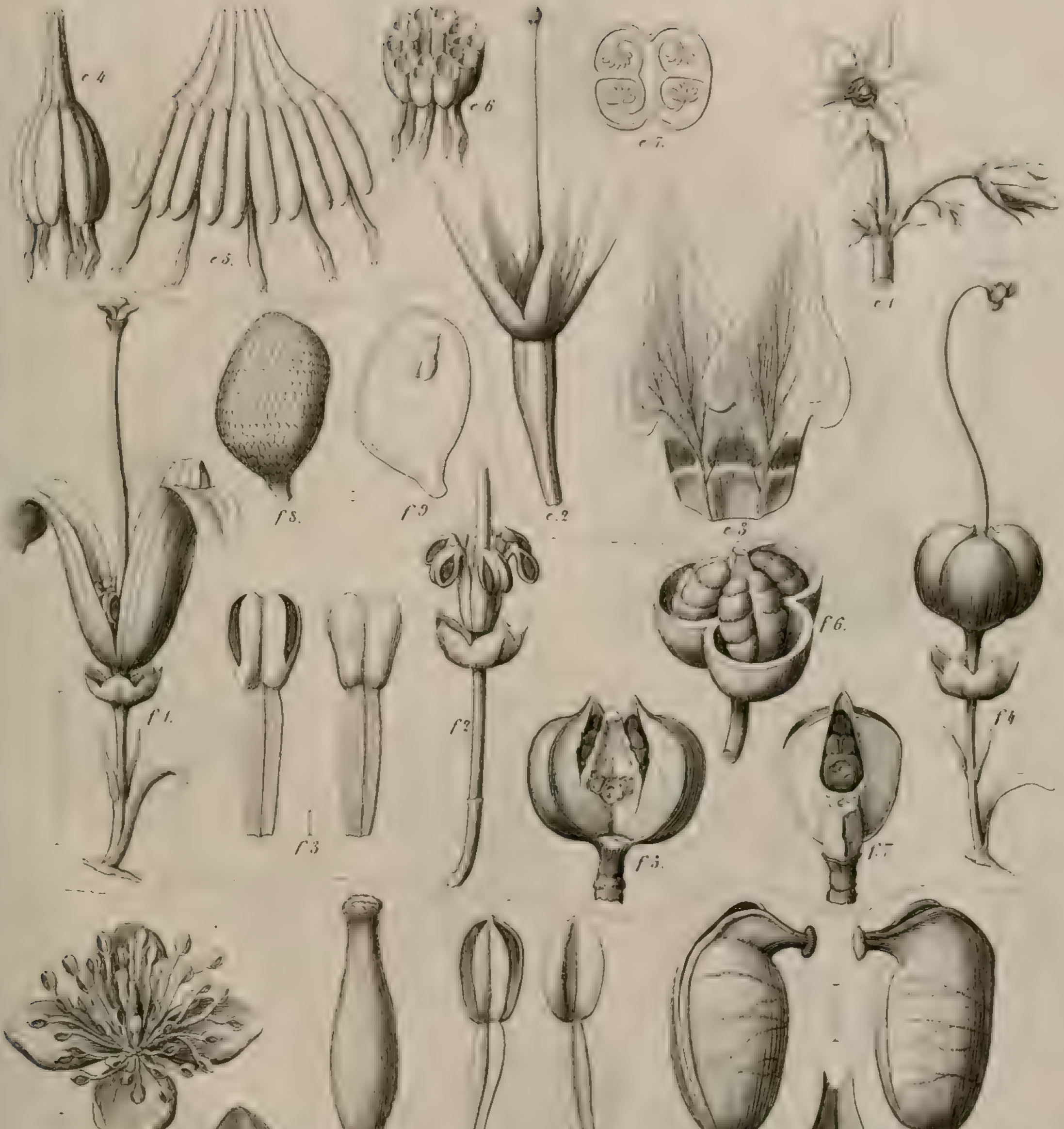
II. Eucapnos


c 8
c 9
c 1.
c 7
c 2
c 3
c 4
c 5
c 4
c 6
d 3.
d 7.
d 1
d 2
d 4
d 6.
d 5.
d 10
d 11
d 8
d 13
d 12
d 9

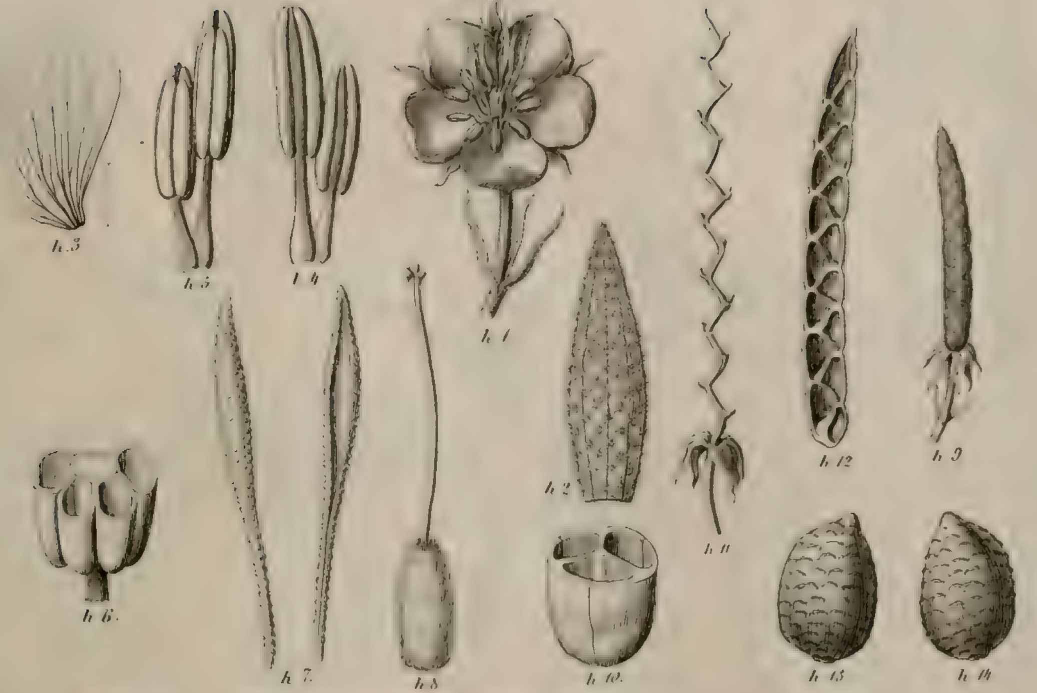
I. Schizocodon.

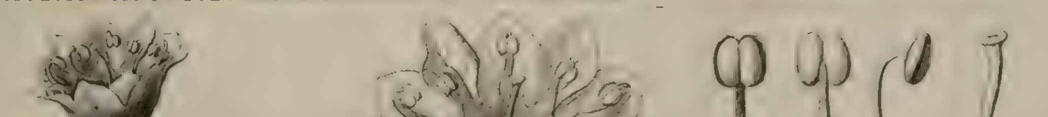
II. Trochostigma

Tab. III.


e 4
e 5
e 6
e 7
e 1
f 8
f 9
e 2
e 3
f 1
f 3
f 2
f 6
f 4
f 5
f 7
g 1
g 6
g 5
g 7
g 8
g 9
g 2
g 4
g 3
g 10
g 11

I. Conandron. II. Tripetaleia. III. Pityrosperma.


h.3
h.5
h.4
h.1
h.2
h.11
h.12
h.9
h.6
h.7
h.8
h.10
h.13
h.14

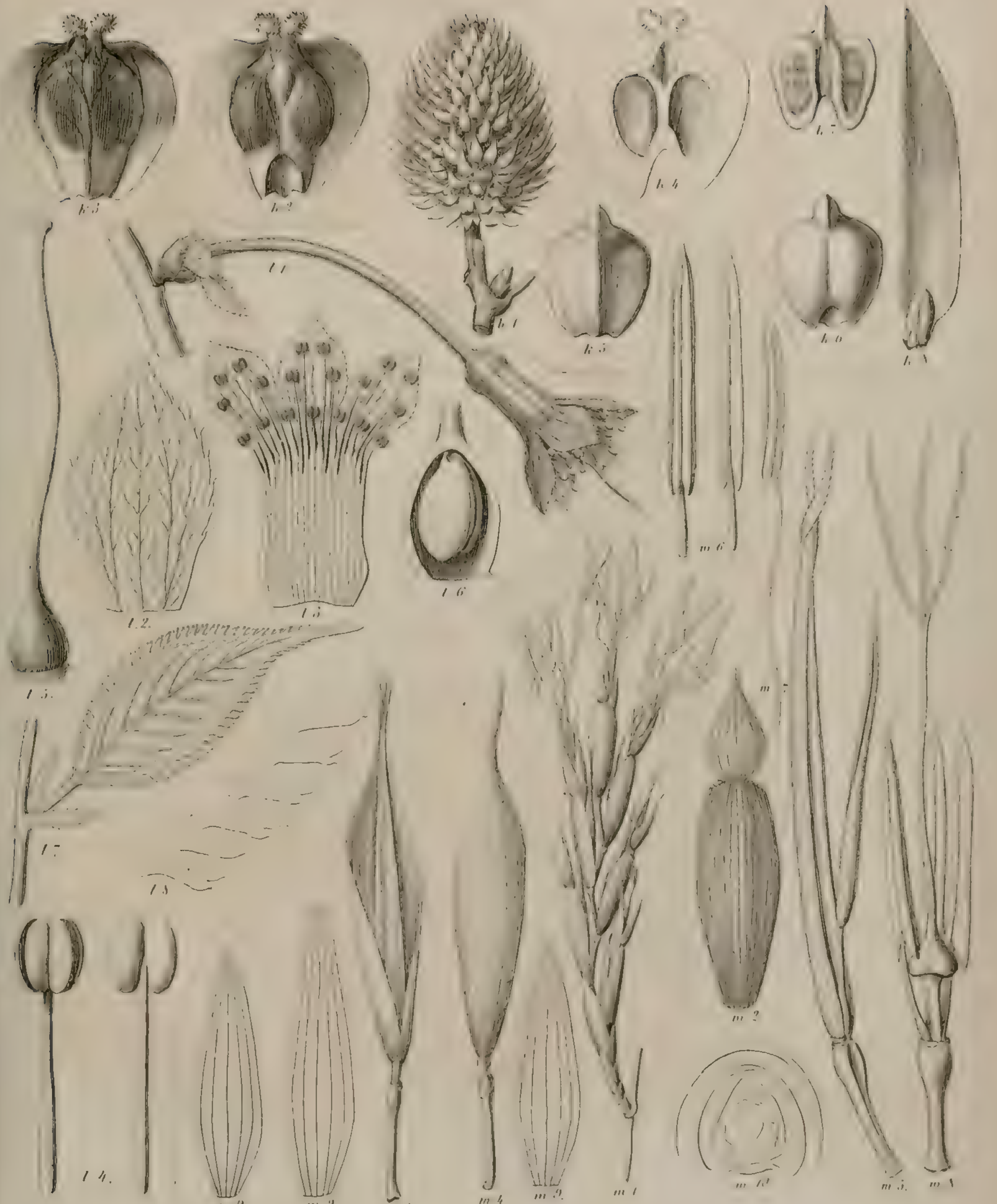

i.1
i.3
i.2
i.4
i.5
i.6
i.7
i.13
i.12
i.11
i.8
i.9
i.10

I. Corchoropsis.

II. Stephanandra

[illegible] ad. [illegible] pinx. [illegible] III. Tab. III

[illegible] plant. japon.


k 3
k 2
l 1
k 1
k 4
k 7
k 5
k 6
k 8
m 6
l 6
l 2
l 3
l 5
l 7
l 8
m 7
m 2
l 4
m 9
m 9
m 3
m 4
m 9
m 1
m 10
m 5
m 8

I. Platycarya. II. Cerascidos III. Phyllostachys.

[illegible] rine plant japon

Beiträge
zur
Morphologie der Coniferen.

Von

Dr. J. G. Zuccarini.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Beiträge zur Morphologie der Coniferen.

§. 1. *Arten-Zahl und geographishe Verbreitung.*

Die Coniferen gehören zu den Familien, welche viel weniger durch die Anzahl ihrer Gattungen und Arten als durch das gesellige Vorkommen und die Masse der Individuen den wesentlichsten Einfluss auf die Floren ausüben, welchen sie zugetheilt sind. So sind z. B. wenige Arten von Abies und Pinus ausreichend, um einem grossen Theil von Nordeuropa und Nordasien vorherrschend ihren Charakter aufzudrücken, indem sie in grösster ausschliesslicher Geselligkeit ungeheure Wälder bilden. Die Zahl aller bisher bekannt gewordenen Arten indessen genau zu bestimmen, unterliegt grossen Schwierigkeiten, weil viele bis auf die neueste Zeit falsch gedeutet worden sind, und zwar, wie in vielen Familien, zum Theil gerade diejenigen, welche als die bei uns häufigsten am leichtesten hätten berichtigt werden können. So giebt z. B. noch Mirbel die Verbreitung von Pinus sylvestris, und Cembra, von Abies excelsa, pectinata, Larix etc. auf Thunbergs Autorität hin bis nach Japan ausgedehnt an, so wurden mit den europäischen die sibirischen Arten für identisch gehalten oder werden es zum Theil, wahrscheinlich mit Unrecht, noch. Mindestens bleibt es sehr räthselhaft wie z. B. Pinus Cembra und Juniperus Sabina, welche in Europa die Alpenkette nicht überschreiten, auf einmal wieder in grösster Menge in Sibirien vorkommen sollen. Wenn so mit Unrecht distincte Arten zusammengeworfen wurden, so wurden auf der andern Lokal-Formen allzuschnell zu eigenen Arten erhoben, wie z. B. die zu P. sylvestris gehörigen P. Pumilio, obliqua, rotundata, uncinata, pyrenaica, rubra etc. Die Jacquin'sche Verwechslung von P. austriaca und sylvestris ist noch nicht lange gelöst, und noch schwebt die Frage, ob erstere (zugleich die P. halepensis taurica oder Pinaster taurica M. B.) nicht identisch sei mit P. Laricio von den Inseln und Küsten des Mittelmeeres, wie wohl zu vermuthen steht. Ebenso sind in den Gattungen Juniperus, Thuja, Callitris, Cupressus, Podocarpus, Dacrydium, Taxus die Arten grossentheils noch nicht hinreichend eruirt und eine genaue Angabe ihrer Anzahl desshalb nicht möglich. Dazu kommt noch die Verwirrung in den Namen der in den Gärten kultvirten Individuen, welche häufig noch zu jung sind, um verificirt zu werden, der mangelhafte Zustand, in welchem sich die Familie in den meisten Herbarien vorfindet und endlich die unsichern Angaben der Reisenden, welche in den verschiedenen Sprachen ohne Bedenken die Namen Fichten, Tannen oder Föhren und überhaupt Nadelhölzer willkührlich verwechseln.

Es konnte desshalb auch in der nachstehenden Uebersicht die Anzahl der bekannten Arten nur approximativ angegeben werden, doch wird dieses zur Feststellung der Verbreitungsverhältnisse um so eher genügen, sowohl weil nur die mit einiger Sicherheit bekannten Species in das Verzeichniss aufgenommen wurden, als auch weil sich vermuthen lässt. dass spätere Entdeckungen wohl im Allgemeinen die Artenzahl noch erhöhen, aber ihre Vertheilung nicht wesentlich ändern werden.

Gegenwärtig sind bekannt:

1. *Abietineae*		105
Pinus Rich.	55	
Abies Rich.	46	
Araucaria Juss.	4	
2. *Cunninghamieae*		6
Cunninghamia R. Br.	3	
Dammara Rumph.	2	
Sciadopitys S. et Z.	1	
3. *Cupressineae*		61
Juniperus L.	27	
Thuja Tourn.	9	
Thujopsis S. et Z.	1	
Callitris Vent.	12	
Retinispora S. et Z.	3	
Cupressus Tourn.	5	
Cryptomeria Don.	1	
Pachylepis Brongn.	1	
Taxodium Rich.	2	
4. *Taxineae*		36
Podocarpus Herit.	23	
Torreya Arn.	3	
Cephalotaxus S. et Z.	2	
Salisburia Smith	1	
Phyllocladus Rich.	2	
Dacrydium Sol.	1	
Taxus L.	4	
		208 Arten.

Davon kommen vor in:

	Europa.	Asien.	Afrika.	Amerika.	Australien.	In der nördl. Hemisphäre.	In der südl. Hemisphäre.
Pinus Rich.	8	17	4	32	0	55	0
Abies Rich.	5	20	0	21	0	46	0
Araucaria Juss.	0	0	0	2	2	0	4
Cunninghamia R. Br.	0	1	0	0	2	1	2
Sciadopitys S. et Z.	0	1	0	0	0	1	0
Dammara Rumph.	0	1	0	0	1	1	1
Juniperus L.	7	16	5	12	(?)2	25	(?)2
Thuja Tourn.	0	5	(?)1	4	(?)2	8	(?)4
Thujopsis S. et Z.	0	1	0	0	0	1	0
Callitris Vent.	0	0	1	0	11	1	11
Retinispora S. et Z.	0	3	0	0	0	3	0
Pachylepis Brongn.	0	0	1	0	0	0	1
Cupressus Tourn.	1	4	1	(?)1	0	5	0
Cryptomeria Don.	0	1	0	0	0	1	0
Taxodium Rich.	0	0	0	2	0	2	0
Podocarpus Herit.	0	11	3	6	12	5	23
Torreya Arn.	0	1	0	2	0	3	0
Cephalotaxus S. et Z.	0	2	0	0	0	2	0
Salisburia Smith	0	1	0	0	0	1	0
Phyllocladus Rich.	0	0	0	0	2	0	2
Dacrydium Sol.	0	0	0	0	1	0	1
Taxus L.	1	2	0	1	0	4	0
	22	87	15	83	35	165	51

Also in der nördlichen Hemisphäre		165
a. Vom Nordpol zum nördlichen Wendekreise	159	
b. Vom nördlichen Wendekreise zum Aequator	7	
In der südlichen Hemisphäre		51
a. Vom Aequator zum südlichen Wendekreise	17	
b. Vom südlichen Wendekreise zum Südpol	34 *)	
oder		216
Vom Nordpol bis zum nördlichen Wendekreise		159
a. Abietinae	101	
b. Cunninghamieae	2	
c. Cupressinae	46	
d. Taxinae	10	
Zwischen den Wendekreisen		24
a. Abietinae	1	
b. Cunninghamieae	3	
c. Cupressinae	7	
d. Taxinae	13	
Vom südlichen Wendekreise zum Südpol		33
a. Abietinae	3	
b, Cunninghamieae	1	
c. Cupressinae	12	
d. Taxinae	17	
	216	

---

*) Die Verschiedenheit in der Zahl der Arten (216 statt 208) kömmt daher, dass einige Arten in der Nähe des Aequators in beide Hemisphären fallen.

Die bei weitem grösste Menge der Coniferen ist also auf die nördliche Hemisphäre und in dieser auf die nördliche gemässigte Zone beschränkt, wo die artenreichsten Gattungen Abies und Pinus ausschliesslich vorkommen. Die geringste Zahl der Arten lebt zwischen den Wendekreisen, und zwar mehr noch in der südlichen als nördlichen heissen Zone. Vom südlichen Wendekreise gegen den Südpol nimmt die Zahl der Species zwar wieder zu, aber in untergeordnetem Verhältniss. Von den 22 Gattungen gehören 12 lediglich der nördlichen, 4 der südlichen, 6 beiden Hemisphären gemeinsam an.

Die Nordgränze der Familie fällt in der Ebene fast mit der Vegetationsgränze selbst zusammen, doch sind es nur wenige Arten, welche diese hohen Breiten erreichen. Dahin gehört vor allen Juniperus communis, welcher am Nordkap bis zu 70° n. Br. emporreicht und mit den kleinen Ericeen rings um den Nordpol sich verbreitet. Ebenso geht Pinus sylvestris in Scandinavien bis 70° 30′, überschreitet aber in Asien kaum den 63° und fehlt in Nordamerika. Die sibirische Zirbelnuss reicht ungefähr bis 67° n. Br., aber erst jenseits des Urals ungefähr von 70° östlicher Länge an, während die europäische wohl nirgends den 48° n. Br. überschreitet. Abies excelsa findet sich in Schweden bis 69, in Norwegen bis 67°; statt ihrer erscheint in Sibirien bis zu gleicher Breite A. obovata Ledeb. A. Larix kömmt in Europa jetzt nur im Alpenzuge und den Karparthen vor; in Sibirien wird sie durch Larix sibirica ersetzt, welche vom 58° am Ural bis 67° am Ob, 68 — 69° zwischen Jenisey und Kolyma (an der Lena bei Siktanskoë bis fast 70°) und weiter nach Kamtschaka und Daurien sich ausdehnt. Vermuthlich ist sie es auch, welche im europäischen Russland von der Dwina zum weissen Meere sich erstreckt, da unsere Lerche sonst nicht in Russland vorkommt. In Nordamerika, wo überhaupt die Baumvegetation früher aufhört, wird die Gränze der Nadelhölzer westlich am Mackenzie-Flusse zwischen 67 — 68° n. Br. angegeben, wo zuletzt noch Abies alba und (Larix) microcarpa erscheinen. Im Osten in den Hudsonsbayländern hören sie dagegen viel früher, in Labrador schon vor dem 60° n. Br, auf. Man kann also annehmen, dass die Nordgränze der Coniferen im Allgemeinen zwischen 68 — 70° n. Br. falle und nur an den atlantischen Küsten von Amerika auf 60 — 58° zurücksinke. Gegen den Südpol hin reichen einige, so weit die Kontinente sich erstrecken; so kommt Podocarpus alpina R. Br. noch bei 45° s. Br. auf Vandiemensland. Juniperus uvifera Don am Kap Horn unter 55 — 56° s. Br. vor. In den Niederungen der Tropengegenden, besonders zwischen dem nördlichen Wendekreise und dem Aequator scheint die Verbreitung der Familie unterbrochen, denn die wenigen Arten, welche vorkommen, sind auf die höheren Gebirge beschränkt, wie z. B. Podocarpus und Dammara auf den Molukken. Ueberhaupt scheint schon bei 30° n. Br. keine Art mehr in Niederungen, sondern erst bei einer Höhe von mindestens 2000′ über dem Meere vorzukommen. Die Elevation über dem Meere, welche einige Arten erreichen können, richtet sich natürlich zugleich nach der Breite des Ortes. In Ostindien kömmt P. longifolia unter 28° zwischen 2 — 6000′ vor, dagegen findet sich P. Gerardiana am Sutletsch erst zwischen 5 bis 10000′, Abies Khutrow in Gurhwal und Bissehur zwischen 7 bis 10000′, A. Pindrow bis zu Höhen von 10 — 12000′. In Mexico reichen nach Galeotti (Bullet. de l'Acad. de Bruxelles Vol. X. Nro. 2.) einige Nadelhölzer von 3500 — 12500 an den Gebirgen, wie P. occidentalis (welcher nach Swartz an einem Orte in Westindien noch bei 2000′ über dem Meere vorkommt), die meisten treten aber erst bei 7 — 8000′ Meereshöhe auf und niedrige Standorte in der Nähe des Wendekreises sind Ausnahmen, wie sie ausser P. occidentalis noch P. canariensis auf den Kanarien (2 — 8000′) macht. Podocarpus taxifolius erscheint am Orizala zwischen 7000 bis 10500′, die Juniperus zwischen 5500 und 12500, Taxodium endlich zwischen 4500 — 7500 Fuss.

Die Verbreitungssphäre der einzelnen Arten ist sehr verschieden und bei manchen, wie z. B. bei der Cypresse und Pinie wegen der uralten Cultur kaum nachweisbar, bei Pinus sylvestris beträgt sie jedoch über 30 Breitengrade (vom Nordkap bis in die Abruzzen),*) zwischen 70° 30′ und beiläufig 40° n. Br., wobei der Baum aber in den südlichsten Gegenden seiner Verbreitung in den Niederungen gar nicht mehr, sondern nur auf höheren Gebirgen vorkommt. In Scandinavien reicht er von der Meeresküste bei Talvig unter 70° schon bis 700′, an den Berghängen bei Sulitelma unter 67° bis 1350′, am Sneehaeten unter 62° 30′ (Schneegränze 4860′) bis 2280 und im mittägigen Norwegen bis gegen 3000′ empor. Im nördlichen Deutschlande geht er von der Meeresebene bis auf alle Berggipfel, im südlichen war er in älteren Zeiten aber vielleicht den Niederungen bereits fremd und nur auf die Berghöhen beschränkt, von wo aus er sich erst bei allmäliger Verminderung der Laubwälder in das Flachland verbreitete. In den Alpen ist er von der Thalsole als aufrechter Baum bis zu 5500, als Krummholz beiläufig von 4500 bis 6500 oder 7000′ verbreitet. In den Pyrenäen erscheint er dagegen erst bei ungefähr 3500 und reicht bis 7400′. Jenseits der Alpen erscheint er nirgends unter 2000′ Höhe und in den Abruzzen findet er sich nur mehr auf Alpenhöhen als P. pumilio verkümmert. Sein Vorkommen im Kaukasus ist zweifelhaft. Rücksichtlich der Länge erstreckt er sich von

---

*) Nach Schouw und Presl fände sie sich noch am Aetna zwischen 4 — 6200′, Link hält die dortige Pflanze aber für P. Laricio.

Schottland und den Pyrenäen also von beiläufig 14° östlicher Länge mit Sicherheit ungefähr bis 90° in den Kirghisensteppen (Ledebour). Wenn aber die sibirische Form wirklich Pinus sylvestris ist, so würde sie sich nach Pallas daselbst noch bis an die Lena, also ungefähr bis 145° östlicher Länge oder nach Sauer, Steller und Georgi, welche sie noch in Kamtschatka und Daurien angeben, bis beiläufig 180° östlicher Länge ausdehnen, also im Ganzen eine Verbreitung von 30 — 31 Breiten- und von 166 Längengraden (besonders zwischen den Parallellen von 60 — 45° n. Br.) haben. Eine ebenso ausgedehnte Verbreitung hat nur Juniperus communis, welcher unter 60° n. Br. sogar noch ganz Amerika durchzieht und so rund um den Pol reicht.

Mit Ausnahme der Araucarien ist also die ganze Gruppe der Abietinen auf die nördliche Hemisphäre beschränkt. Anders gestaltet sich die Verbreitung der Cupressinen, von welchen ein Drittheil südlich vom Aequator lebt, die meisten aber zwischen dem 40 und 20° n. Br. wohnen, so dass nur sehr wenige (Juniperus communis, Thuja occidentalis und excelsa, Taxodium sempervirens) die Gränze der nördlichen Polarzone überschreiten. Manche Gattungen unter ihnen sind wenigstens vorläufig an einzelne Floren gebunden, wie z. B. Thujopsis, Cryptomeria, Retinispora sich bis jetzt auf Japan, Pachylepis auf das Kap beschränken. Andere sind, zum Theil sprungweise, sehr weit verbreitet, wie Juniperus und Thuja. Letztere Gattung erscheint nämlich in Asien in Sibirien und wieder in China, Japan und Nepal, in Amerika in Canada, auf Sitcha und südlich auf den Anden von Chili. Ausserdem werden zweifelhafte Arten auf St. Helena, Madagaskar und Neu-Seeland aufgeführt. Merkwürdig ist auch die Verbreitung von Callitris, von welchen vorläufig eine einzige Art in Nordafrika, alle übrigen in Australien vorkommen.

Am schwächsten sind in der nördlichen gemässigten Zone die Taxinen repräsentirt, von welchen kaum 2 (Taxus baccata und canadensis) sich dem Polarkreise bis zum 60. Grade nähern, alle übrigen aber schon unter dem 40° zurückbleiben. Wie unter den Cupressinen sind einige Gattungen sehr beschränkt, so Cephalotaxus und Salisburia in China und Japan, Phyllocladus und Dacrydium in Australien. Dagegen finden sich Taxus in Europa, Nordamerika und Asien bis Nepal und Japan, ja eine zweifelhafte Art wird noch auf Pinang unter 5° n. Br. angegeben. Torreya zählt Arten in Florida und Japan. Am weitesten ist aber die Verbreitung von Podocarpus, einer Gattung, welche weit überwiegend der südlichen Halbkugel angehört, ihre nördlichsten Repräsentanten in Asien in Japan, China und Nepal, in Amerika auf den Antillen zählt, dann aber in Südamerika, Südafrika und Australien am reichhaltigsten auftritt und für diese Zone gleichsam die Stelle der im Norden so zahlreichen Abietinen einnimmt.

Gesellig leben vorzüglich die Coniferen der nördlichen gemässigten Zone, aber auch diese in verschiedenem Grade. So bemächtigen sich Rothtanne und Föhre gerne ausschliesslich ausgedehnter Landstriche und lassen, vorzüglich erstere, selbst krautartige Gewächse nicht leicht unter sich aufkommen. Dagegen gestattet die Weisstanne viel leichter gemischten Stand, die Lerche stellt sich auch in reinen Beständen ziemlich licht und andere werden wenigstens in unserer Zeit fast gar nicht mehr gesellig getroffen, obgleich sie es in früherer Zeit gewesen sind, wie z. B. die Eibe. Bei einigen Arten hat der Einfluss des Menschen die Verbreitungssphäre wesentlich modifizirt. So ist die Eibe, Lerche und Arve aus vielen Gegenden verdrängt worden. Dagegen haben Cypresse und Pinie durch uralte Kultur eine Ausdehnung über ganz Südeuropa bekommen, welche ihnen ursprünglich nicht zukam. In Grossbrittanien sind nach London alle Nadelhölzer mit Ausnahme von Pinus sylvestris (welche aber auch nur in den schottischen Gebirgen wild gewesen seyn soll) erst seit dem sechzehnten Jahrhundert eingeführt. In Deutschland und Frankreich hat das Lichten der grossen Laubwaldungen die Verbreitung besonders der Föhre und Rothtanne wesentlich gefördert und dieselben an Orten angesiedelt, wo sie früher fehlten. Es ist diese Erscheinung, das Ueberhandnehmen besonders dieser beiden Coniferen schon vielfach besprochen worden, und man hat zum Theil geglaubt, dass sie direkt die Laubhölzer verdrängen. Dieses ist aber eigentlich nicht richtig, denn die Laubhölzer sterben an vielen Orten ab, vor noch die Nadelhölzer sich ansiedeln, wie z. B. in der Umgebung von München deutlich zu sehen ist. Daher wurde die Ansicht von einem grossartigen Turnus in der natürlichen Produktionsfähigkeit des Bodens aufgestellt, gemäss welchem die Laubhölzer verschwinden, weil der Boden in ihrer mehrtausendjährigen Produktion nun für sie erschöpft, dagegen für Nadelhölzer geeignet sey. Allein die Bodennahrung ist für Laub- und Nadelhölzer wohl dieselbe, wenn letztere auch genügsamer sind, und es vermehren sich auch nicht alle Nadelhölzer, denn abgesehen von der Eibe und Zirbelkiefer scheint auch die Weisstanne sich eher zu mindern. Es vermehren sich überdiess nur diejenigen, welche mit wenig Feuchtigkeit auskommen, wie Föhre und Rothtanne und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre scheint hiebei die wichtigste Rolle zu spielen. Gewiss ist nicht in Abrede zu stellen, dass z. B. Deutschland in der historischen Zeit durch Zunahme des Ackerlandes, durch Verminderung und Lichtung der Waldfläche viel trockner geworden ist. Dieser trocknere Zustand der Atmosphäre war wohl am Meisten dem weiteren Gedeihen der Laubhölzer schädlich und steigert sich immer noch in ihrer Verminderung. Daher sterben die Laubhölzer an vielen Orten auch ohne von Nadelhölzern verdrängt zu werden, und umgekehrt sieht man, wenn Nadelholzbestände hinlängliche Feuchtigkeit zusammenhalten, Eichen und Buchen kräftig in ihrem

Schutze wieder aufwachsen. Somit scheint der Turnus in der Baumproduktion wesentlich durch den Einfluss des Menschen eingeleitet und vielmehr von der Luftfeuchtigkeit als von der Produktivität des Bodens abhängig.

Was die Beziehungen betrifft, in welchen die Nadelhölzer in Rücksicht der Verbreitung zu andern Pflanzenfamilien stehen, so sehen wir sie fast immer anderen Kätzchenbäumen, besonders Cupuliferen und Betulinen in der Weise nachbarlich zugesellt, dass sie in Niederungen nördlich oder an Gebirgen als höherer Gürtel an erstere, dagegen südlich oder als untere Zone an letztere gränzen.[*] Dagegen scheinen sie sich mit den Palmen streng in die Wohnstätten zu theilen und sich gegenseitig auszuschliessen, denn gerade die Länder ausser den Polarkreisen, wo die Nadelhölzer fehlen, die Tropenländer, sind am dichtesten mit Palmen bevölkert, über welchen nur wenige Coniferen auf Gebirgen zerstreut vorkommen. Nur an den Gränzen der gegenseitigen Gebiete berühren sich manchmal die Familien, wie z. B. an der Südspitze von Europa Chamaerops humilis mit Pinus pinea und Cupressus sempervirens oder auffallender noch in Mexiko Brahea und Chamaedorea mit Abies bei 6 — 8000′ über dem Meere. Auf der Norfolksinsel trifft Araucaria excelsa mit einer Palme und einem Baumfarn zusammen und in Brasilien Ar. brasiliensis ebenfalls mit einer Palme. Die so nahe verwandten Cycadeen vertreten zwar in der heissen Zone noch einiger Massen die Coniferen, sind aber doch an Masse und Zahl der Arten und Individuen nicht zum eigentlichen Ersatze ausreichend. Aber mit den königlichen Palmen der Tropen sich zu messen und für ihren Stellvertreter in rauheren Lagen zu gelten, dazu hat wohl keine Familie mehr Anrecht als die Coniferen, welche bei aller Verschiedenheit der einzelnen Organe durch Majestät, Grösse und Schlankheit des Wuchses und durch den Totaleindruck ihrer Erscheinung unwillkührlich zur Parallele auffordern.

---

[*] Auch Ranunculaceae, Rosaceae und Ericeae halten denen der Nadelhölzer sehr ähnliche Verbreitungsgränzen inne und unter einzelnen Gattungen ist dieses besonders mit Carex der Fall.

§. 2. *Wurzelbildung.*

Alle Coniferen entwickeln in der Jugend eine starke Pfahlwurzel, welche erst später bei manchen Arten im Wachsthum zurückbleibt und fast ganz von den weitgreifenden Thauwurzeln unterdrückt wird, wie bei der Rothtanne. Es ist desshalb schwer einzusehen, wie Richard sagen kann, die Pfahlwurzel fehle immer, wie man an unsern Waldbäumen sehen könne, da vorzüglich die Weisstanne und Lerche deutlichen Gegenbeweis liefern. Ebenso wenig gegründet ist die Angabe, der Wurzelstand der Coniferen sey überhaupt gegen den Aufwuchs unverhältnissmässig klein und hierin könne die Familie den Palmen verglichen werden. Die gewöhnlich dicht an der Oberfläche des Bodens liegenden Thauwurzeln breiten sich im Gegentheil oft sehr weit aus, und sind stark und zahlreich genug, die Stämme vor den Windbrüchen zu schirmen, wenn sie im freien Stande aufgewachsen sind, wie die Mantelbäume selbst der Fichtenwälder beweisen.

Hemmungen des Wurzelvermögens scheinen sehr nachtheilig auf die Entwickelung der Baumkrone zu wirken, wie man z. B. an den zwerghaft gewordenen Formen der Föhre in Gestalt der Legföhre auf den Alpen und der Filzkoppe auf unsern Torfmooren wahrnimmt. Bei beiden ist die Pfahlwurzel, bei der einen durch Felsenunterlage, bei der andern durch das Grundwasser unterdrückt und eben desshalb auch der oberirdische Hauptstamm sehr reducirt und fast aufgelöst in die langen schon dicht über dem Boden entspringenden Seitenzweige.

Wurzelausschlag hat nie, weder bei Leben des Hauptstammes, noch nach dessen Abtriebe statt, selbst nicht bei Verwundungen der Wurzeln. Dagegen kennt man viele Beispiele von Verwachsungen einzelner Wurzeln differenter Individuen (sogar von verschiedenen Arten), durch welche in den Stöcken der abgehauenen Stämme oft noch eine beträchtliche Reihe von Jahren hindurch eine gewisse Lebensthätigkeit erhalten wird. Man beobachtet dieses vorzüglich oft an Weiss-, sehr selten an Rothtannen und Föhren, und diese Stöcke streben meistens ohne allen grünen Ausschlag an der Schnittfläche successiv zu vernarben. Dieses geschieht durch koncentrische neue Holzschichten oder Jahrringe, welche auch nach dem Fällen des Stammes zwischen der Rinde und dem Holze des Stummels angelegt werden, allmälig über die Schnittfläche emporsteigen und auf diese sich umschlagend sie von der Peripherie zum Centrum allmälig verkleinern und bedecken. In diesen Fällen hat aber immer eine Verwachsung (bald nur in der Rinde, bald auch im Holze) einer oder mehrerer Wurzeln des Stummels mit andern von nahe stehenden unversehrten Individuen statt, durch welche diese Stummelwurzeln in Lebensthätigkeit erhalten und zur Ablagerung von Holzschichten in dem Stummel fortwährend bethätiget werden. Sie saugen wahrscheinlich selbstständig rohen Nahrungssaft aus dem Boden auf, welcher aber von der Verwachsungsstelle zunächst in die Laubkrone des noch grünenden Individuums aufsteigt und von dort als Cambium verarbeitet ihnen zur Bildung der neuen Ringe in dem Stummel wieder zugeführt wird, so dass letzterer gleichsam als ein Zweig des verwachsenen Stammes erscheint. Göppert,*) welchem wir die genauesten Nachrichten über diesen

---

*) Beobachtungen über das sogenannte Ueberwallen der Tannenbäume. Bonn 1842. 4°. mit 3 lith. Tafeln.

Vorgang verdanken, fand manchmal in den Ueberwallungen bis gegen 100 Jahrringe und sah, wiewohl selten, auch grüne Zweige aus dem Ueberwallungsholze vorsprossen.

Die räthselhaften kegelförmigen Protuberanzen der Wurzeln von Taxodium distichum, welche mitunter 4 — 5′ Höhe erreichen und innen immer hohl seyn sollen, sind noch zu wenig gekannt, um eine Deutung zu wagen, könnten aber vielleicht eine ähnliche Vernarbungsbildung, veranlasst durch irgend eine frühere Störung des Wachsthums an der Stelle, wo sie entstehen, seyn.

§. 3. *Stammbildung und Lebensdauer.*

Alle Arten der Familie ohne Ausnahme haben Anlage, einen aufrechten baumartigen Stamm zu bilden. Wir sehen dieses selbst an denen, wo diese Bildung häufig unterdrückt erscheint, wie bei Juniperus, welche aber auf dieselbe zurückkommen, sobald die Umstände es gestatten. Aber die Grösse, zu welcher dieser Stamm sich entwickeln kann, die Proportion seines Längen- zu dem Querdurchmesser, die Schnelligkeit der Entwickelung und die mögliche Lebensdauer der Individuen ist sehr verschieden.

In Beziehung auf die Lebensdauer gehören die Coniferen zu den langlebigsten Familien, denn es giebt wohl keine Art, welche nicht mindestens ein Alter von hundert Jahren erreichen könnte. Von den grösseren deutschen Arten werden die der Niederungen Rothtanne, Weisstanne und Föhre nicht selten 2 — 300 Jahre, die der Alpen Arve und Lerche häufig über 500 Jahre alt. Mindestens ein gleiches Alter scheint im südlichen Europa die Cypresse zu erreichen, die Ceder dagegen dasselbe noch beträchtlich zu überschreiten und bis 800 Jahre auszudauern.

Noch viel höher berechnet De Candolle (Physiol. veget. II. p. 1001) das Alter der grössten Eiben. Indem er die Dicke der Jahresringe bei diesem Baume für den Durchmesser (also auf beiden Halbmessern) durchschnittlich für die ersten 150 Jahre zu einer französischen Linie, später zu etwas weniger annimmt, weist er aus den Messungen der stärksten Eiben besonders in Grossbrittanien nach, dass ein Stamm in der Grafschaft York bei der alten Abtei Fontaine, von Pennant im Jahre 1770 gemessen, seiner Peripherie von 26′ 6″ gemäss damals 1214 Jahrringe gezählt, also eben so viele Jahre alt gewesen seyn müsse. Einer andern in der Grafschaft Surrey auf dem Kirchhof von Crow-Hurst werden 1458 Jahrringe, der vom Kirchhof von Fotheringhal in Schottland (58′ 6″ Peripherie) 2588, der auf dem Kirchhof von Braburn in Kent nach der Messung von Evelyn im Jahre 1660 schon damals ein Alter von 2880 Ringen oder Jahren berechnet.

Von Taxodium distichum endlich sind sowohl aus Florida und dem südlichen Louisiana als aus Mexiko ebenfalls ungeheuere Stämme bekannt. Michaux erwähnt deren von 40′ Peripherie oberhalb der noch 3 — 4 mal stärker angeschwollenen kugelförmig erweiterten Basis. Die sogenannte Cypresse des Montezuma in den Gärten von Chapultepec (Mexiko) hat 41 englische Fuss Peripherie, aber alle diese verschwinden noch vor dem Riesenstamme bei Santa Maria del Tule in der Provinz Oaxaca, von welchem zuerst Exter berichtete und seine Peripherie zu 117′ 10″ französisches Maas angab. De Candolle hat bei dieser Angabe indessen die Bedenken, ob nicht mehrere Bäume zusammengewachsen seyen, oder ob, wenn auch diess nicht der Fall sei, die Messung nicht an der verdickten Basis des Stammes statt gefunden habe. Durch die Güte des Herrn Baron von Karwinski, welcher zweimal den Baum mass und mir eine Zeichnung davon schickte, bin ich in Stand gesetzt, diese Zweifel zu heben. Die Messung wurde immer ober der Anschwellung gemacht und gab beide Male etwas über 117 Fuss. Die Anschwellung wurde nicht gemessen, der Zeichnung nach muss sie aber wenigstens 200 Fuss, also der Durchmesser des Stammes ungefähr 37′ 2″, der der Anschwellung beiläufig 60½ Fuss betragen. Da letztere gleichmässig um den ganzen Stamm herläuft, so ist auch nicht leicht ein Zusammenwachsen von mehreren anzunehmen.*)

Legen wir nun die Angabe von Michaux bei De Candolle zu Grunde, dass nämlich die wüchsigsten Exemplare des Baumes in Frankreich binnen 45 Jahren einen Durchmesser von 1′ also 144‴ erreicht und folglich jährlich Ringe von 3,2‴ Dicke zugelegt haben, so ergäbe diese bei gleicher Holzzunahme bis ins späteste Alter für unsern Stamm mit 5352‴ Durchmesser ein Alter von 1672 Jahren. Diese Annahme ist indessen um so unwahrscheinlicher, weil wohl kein Nadelholz im spätern Alter binnen 4 Jahren immer 12,8‴ Holz zulegen wird. Wollten wir im Gegentheil die jährliche Zunahme gleichmässig nur zu 1‴ annehmen, so erhielten wir die Zahl der Ringe also das Alter mit 5352 Jahren selbst. Nehmen wir dagegen aus beiden Zahlen das Mittel, so würde sich die Zahl 3512 als das wahrscheinlichste Alter herausstellen, wobei die jährliche Zulage der Holzringe mit 1,6‴ beträchtlich genug bliebe.

Wie unzuverlässig indessen solche aus der Dicke der Stämme ohne wirkliche Zählung der Jahrringe abgeleitete Altersberechnungen bleiben müssen, welche Aenderungen hier Klima und Boden veranlassen, mag aus einigen Beispielen hervorgehen.

---

*) Dagegen will H. Galeotti (Bulletin de l'Acad. de Bruxelles. Tome X. Nro. 2) bei zweimaligen Messungen im Jahre 1839 und 40 die Peripherie 4 Fuss über dem Boden nur zu 105 französische Fuss gefunden haben.

De Candolle nimmt beiläufig die Zunahme des Durchmessers der Eibe wenigstens in den ersten 150 Jahren zu 1 Linie jährlich an. Mit 120 Jahren müsste ein Baum demnach auch 120‴, also 10″ dick seyn.

Es wurden aber vier Stammscheiben verschiedener Dicke von Taxus aus den bayrischen Gebirgen gemessen und ihre Jahrringe gezählt und dabei gefunden:

	Durchmesser	Jahrringe	Durchschnittliche Dicke der Ringe am Durchmesser	Durchschnittliche Dicke der Ringe am Halbmesser
1	56‴	115	0,48‴	0,24
2	69	214	0,33	0,16
3	132	292	0,42	0,21
4	132	294	0,42	0,21

Die Breite der Jahrringe betrug also nur $\frac{1}{5}$ bis fast $\frac{1}{2}$ bayrische Linie jährlich, ein Resultat, welches auf die citirten grossen Exemplare in England übergetragen, deren Alter verdoppeln oder verdreifachen würde. Die Stärke der Ringe war aber zugleich in den verschiedenen Individuen so verschieden, dass bei 1 und 2 13‴ Differenz im Durchmesser 99 Jahrringen, bei 2 und 3 dagegen 63‴ Differenz nur 78 Jahrringen entsprechen, Resultate, welche indessen auch nur dadurch mit der angegebenen durchschnittlichen Dicke der Ringe in Einklang stehen, dass die einzelnen Ringe desselben Stammes beträchtlich unter sich differiren.

Ebenso wurden 4 Scheiben von Pinus sylvestris aus sehr verschiedenen Lagen abgezählt.

Standort	Durchmesser	Jahrringe	Durchchnittliche Dicke der Ringe	
1) Ebene unbek.	50‴	13	3,8‴	1,10
2) bei 5500′ üb. d. M. als Legföhre	72	186	0,39	0,19
3) bei 5000′ üb. d. M. aufrecht	84	154	0,54	0,27
4) bei 3500′ üb. d. M. aufrecht	84	56	1,50	0,75

Bei diesen 4 Stämmen beträgt also die Breite der Jahrringe zwischen 3,8‴ und 0,39‴ jährlich, zugleich entsprechen bei 1 und 2 22 Linien Differenz im Durchmesser 173 Jahrringen. Das Verhältniss von 3 und 4 zu 2 ist aber sogar ein beträchtlich negatives, da bei 4 die 84‴ Durchmesser nur 56, bei 2 aber 72‴ mehr als die dreifache Zahl, nämlich 186 Jahrringe geben. Aehnliche Anomalien liessen sich von der Rothtanne, Lerche, ja sogar von der Arve zusammenstellen. Die Angaben reichen aber aus, um nachzuweisen, dass Schlüsse von der Stärke des Durchmessers auf das Alter und die Zahl der Jahrringe eines Baumes vorläufig noch mit keiner auch nur beiläufigen Wahrscheinlichkeit gezogen werden können, ausser bei Individuen, welche völlig unter gleichen äusseren Wachsthumsbedingnissen gross geworden sind. Die 4 Eibenstämme sind aus den bayrischen Alpen und die Höhe ihrer Standorte kann unter sich nicht um mehr als 3000′ differiren; die Dicke ihrer Ringe variirt unter sich fast um ein Drittheil, gegen De Candolle's Angaben aber um mehr als die Hälfte bis über $\frac{2}{3}$. Eiben von gleichem Durchmesser können demzufolge in runden Zahlen 100, 200 oder 300 Jahre alt seyn. Bei der Föhre beträgt aber die Differenz in der Dicke der Ringe bei beträchtlich verschiedenen äussern Verhältnissen (zwischen 1 und 2) sogar das 9fache, unter ziemlich gleichen (zwischen 2 und 4) wenigstens das 3fache oder zwischen 1 und 4 das doppelte.

Es wäre nicht unwichtig, wenn durch zahlreiche komparative Zählungen und Messungen in verschiedenen Ländern und unter den geändertsten äussern Verhältnissen die Gränzen dieser Veränderlichkeit im Wachsthum an Bäumen derselben Art fester bestimmt würden.

Was die Höhe der Stämme anbelangt, so wird dieselbe für Araucaria imbricata vermuthlich übertrieben zu 260, aber doch auch für Ar. excelsa zu 220 Fuss angegeben. Die übrigen sind sämmtlich kaum höher als unsere Weiss- und Rothtanne, welche in den günstigsten Lagen 160 — 180 Fuss erreichen können. Die Föhre und Lerche bleiben dagegen etwas zurück, überschreiten aber demungeachtet, so wie viele andere, 100 Fuss, und die wenigsten bleiben unter 50′ zurück. Sehr verschieden ist aber das Verhältniss der Dicke zu der Höhe, wie sich aus Beispielen ergiebt.

	Höhe	Dicke	Verhältniss
Araucaria excelsa	220	24	1 : 9
Abies excelsa	180	6	1 : 30
Abies pectinata	180	7	1 : 26
Abies Larix	120	12	1 : 10
Taxodium distichum	120	36	1 : 3,5
Taxus baccata	120	18	1 : 7
Pinus bracteata	120	1	1 : 120
Pinus sylvestris	130	6	1 : 22

Dem gemäss wechselt das Verhältniss zwischen Höhe und Dicke zwischen 1 : 3,5 bis zu 1 : 120 und die Verschiedenheit, welche sonst rücksichtlich der Dimensionen zwischen Mono- und

Dicotyledonen statuirt wird, ist für diese Familie nicht geltend zu machen.

Dagegen ist bei den so nahe verwandten Cycadeen der Stamm oft so verkürzt, dass sein Querdurchmesser fast dem Längsdurchmesser gleich kommt. Der jährliche Längswachsthum ist so geringe, dass sowohl zwischen den Knospenschuppen als zwischen den Wedeln oder Blättern sich gar keine merklichen Internodien einstellen und die ganze Oberfläche des Stammes dicht dachziegelig mit den Resten der vertrockneten Schuppen und Blätter bedeckt erscheint. Genau dieselbe Bildung mit Ausnahme der Holztextur finden wir aber bei mehreren Coniferen an den Seitenzweigen, wo der Saftzug vermindert und damit der Längswachsthum ebenfalls aufs Aeusserste reducirt ist, wie z. B. bei der Lerche, der Ceder, bei Salisburia u. s. w. Solche verkürzte Seitentriebe, meistens zugleich Tragzweige, haben die grösste Aehnlichkeit mit den Cycadeenstämmen, wie aus den Abbildungen von Salisburia und Cedrus (Tab. III. fig. 1 und 2) zu ersehen ist.

§. 4. *Kronenbildung.*

Fast alle Nadelhölzer haben gemein, dass die Zweige in gewissen Entfernungen am Hauptstamme erscheinend wirtelförmig vertheilt stehen. Es beruht dieses auf der Eigenthümlichkeit, dass der bei weitem grösste Theil der Nadeln oder Blätter, welche am jährigen Gipfeltriebe stehen, aus ihren Achseln gar keine oder nur Blüthenknospen entwickeln, Laubknospen aber nur in den Winkeln derjenigen sich ausbilden, welche zunächst unter der den Jahrestrieb abschliessenden Endknospe sich befinden. Somit ist jeder Jahrestrieb einfach bis an seinen Gipfel, hier stehen dann im ersten Jahre die Triebknospen, im zweiten die Zweige in dichter Spirale oder im Wirtel ringsum, und so müssen sich auch durch eine Reihe von Jahren fort am alten Stamme lauter Zweigwirtel mit nackten Zwischenräumen (gleichsam Internodien) darstellen, welche letztere den knospenlosen Dehnungen der Jahrestriebe entsprechen.

Für den Hauptstamm ist diese Art der Verzweigung durchgehends gültig, an den Seitenzweigen modifizirt sie sich ziemlich mannigfaltig. Bei vielen eigentlichen Pinusarten stehen auch die Verästungen der Hauptzweige gewöhnlich in Wirteln wie z. B. bei Pinus sylvestris. Bei Abies und andern dagegen treten sie in der Regel zwar auch nur gegen das Ende der Jahrestriebe, aber zweizeilig in der Horizontalebene ihres Hauptzweiges hervor. Der Winkel des letztern zum Hauptstamme scheint hiebei nicht in Betracht zu kommen, da diese zweizeilige Seitenverzweigung auch bei den stark aufsteigenden Aesten von Thuja orientalis statt hat. Ausnahmsweise und selten tritt der Fall ein, dass eine Knospe solcher Seitenzweige gleich beim Austreiben die Richtung ihres Wachsthums ändert und mit dem Hauptstamme parallel senkrecht aufwärts geht, dann aber auch weiter in Wirtel gestellte Knospen treibt und sich so zu einer eigenen sekundären Krone, zu einem Nebengipfel gestaltet. In Gebirgsgenden sieht man auf diese Weise mitunter Stämme von Abies excelsa mit 5,7 und mehr Seitengipfeln, ohne dass der mittlere und ursprüngliche desshalb unterdrückt worden wäre.

Die Länge des Gipfels im Verhältniss zu den Seitenzweigen ist sehr verschieden. Bei der Rothtanne ist der Gipfel lang vorragend und die Zweige verjüngen sich von der Basis der Krone an aufwärts in einer langen Pyramide, bei vielen Pinusarten (nigricans, Pinea) ist der Gipfel kaum höher als die Seitenzweige und als diese unter sich, was die Krone nach oben schirmförmig abflacht, ja bei Araucaria und Cunninghamia ist wenigstens in der

Jugend der Gipfel immer kürzer als die obersten Seitenzweige und die Krone desshalb an der Spitze vertieft.

Der Winkel der Zweige zum Hauptstamm auch ohne Veränderung der Knospenstellung ist bei manchen wandelbar, wie bei Cupr. sempervirens, von welcher einzelne Individuen horizontal abstehende, andere aufrecht an den Stamm angedrückte Seitenzweige haben.

Welchen wesentlichen Einfluss Standort und Bodenverhältnisse auf die Entwicklung der Krone ausüben, ist bekannt. Auf sonnigem aber etwas feuchtem und fruchtbaren Standorte behält die Rothtanne alle ihre Aeste bis zum Boden herab noch im höheren Alter, während sie nach Wahlenberg an der nördlichsten Gränze ihres Vorkommens als einfacher Gipfeltrieb fast völlig ohne Seitenäste nur bis zu einer Höhe von 10 — 15 Fuss aufwächst. Bei den Formen der Föhre, welche die höhern Alpenregionen und die hochliegenden Moore (besonders Bayerns) charakterisiren, der Legföhre und Filzkoppe, dehnen sich vorzüglich die untersten Zweige horizontal über den Boden ausgebreitet sehr weit aus, während Gipfel und obere Zweige zurückbleiben und der Baum zum Strauch verkümmert. Auffallend ist, dass im nördlichsten Asien gegen die Küsten des Eismeeres hin diese Verkümmerung zu Zwerg- oder Krummholz in Niederungen auch an der dortigen Lerche und Zirbelkiefer vorkommen soll, deren analoge Formen auf den Alpengipfeln bei uns durchgehends als aufrechte Bäume endigen.

Hier muss noch der Hartnäckigkeit gedacht werden, mit welcher als Stecklinge zu selbstständiger Wurzelung gebrachte Seitenzweige vieler Nadelhölzer, besonders unter den Abietinen und Cunninghamien es verweigern, trotz ihrer nun aufrechten Stellung sich wie ein Hauptstamm quirlförmig zu verästen und in der zweizeiligen Richtung ihrer Zweige fortfahren. In der Gartenkultur macht sich dieses bei Cunninghamia und Araucaria besonders fühlbar, aber auch im wilden Zustande wird z. B. bei Abies excelsa selten der Gipfel aus einem Seitenzweige ersetzt, wenn er im späten Alter durch Sturm oder andere Verletzung zerstört worden ist. In der Jugend geschieht es leichter, wie man z. B. bei Hecken von A. excelsa, wenn sie im Schnitte vernachlässigt werden oder in Wildgehägen, Parks u. s. w. sehen kann, wo sich ein Gipfel bildet und rasch in die Höhe wächst, sobald einige Zweige ein paar Jahre lang zufällig von Zerstümmelung verschont bleiben. Doch haben in solchen Fällen die bereits gebildeten und immer wieder verstümmelten unteren Zweige eine solche Zähigkeit der Lebenskraft erlangt, dass sie von dem aufschiessenden Hauptstamme sich lange nicht überwältigen lassen und als eine dichtbuschige Pyramide um seine Basis her viele Jahre noch stehen bleiben.

Am Entschiedensten spricht sich die Zweizeiligkeit der Seitenverästungen da aus, wo wie bei Thujopsis, einigen Thujen und Retinisporen jede solche Zweigpartie gleichsam die Funktion eines einzelnen Blattes dadurch übernimmt, dass alle ihre auf der Unterseite befindlichen Nadeln oder Schuppen Spaltöffnungen haben, welche denen der Oberseite fehlen. Bei Phyllocladus gehen die letzten Verzweigungen endlich deutlich in Phyllodien über, wovon weiter unten die Rede seyn wird.

§. 5. *Knospung.*

Die Knospen der Coniferen, abgesehen von ihrer Stellung, von welcher schon gesprochen worden, sind theils beschuppt, theils schuppenlos.

Beschuppt sind sie bei den Abietinen, Taxinen und einigen Cunninghamieen, nackt bei den übrigen dieser Abtheilung und bei den Cupressinen.

Die Schuppen stehen durchgehends spiralig-dachziegelig, sind zahlreich und dicht gedrängt. Das Gefüge der äusseren ist meistens lederartig, das der inneren trockenhäutig. Ihr Umriss geht vom Eiförmigen bis ins Linear-Lanzettliche. Der Rücken ist häufig gekielt, der Rand vorzüglich der inneren oft gefranzt oder gewimpert. Bei den Abietinen sind sie oft völlig mit Harz überzogen und verkittet. Bei Pinus ist die Spitze gewöhnlich zurückgeschlagen.

Laub und Blüthenknospen sind bei den meisten getrennt und kommen endständig oder aus den Achseln von Blättern (Nadeln) vorjähriger Triebe zum Vorschein. Die Gattung Pinus macht eine Ausnahme dadurch, dass jede ihrer im Herbste gebildeten Knospen eine Menge von sekundären abermals beschuppten einschliesst, welche entweder sämmtlich Laubknospen oder ausser diesen auch männliche und weibliche Blüthenknospen seyn können, aber mit Ausnahme der weiblichen endständigen sämmtlich in den Achseln der einzelnen Schuppen der Hauptknospe sitzen.

Nach dem Ausschlagen bleiben die Knospenschuppen der Laubtriebe bei vielen, vorzüglich bei Abies gedrängt aneinander stehen (mit Ausnahme der innersten zarteren, welche abfallen oder noch kappenförmig geschlossen von dem auswachsenden Trieb abgestossen werden) und bilden dann einen geschlossenen Ring um die Basis des neuen Zweiges, der mehrere Jahre stehen bleibt. Bei andern rücken aber auch die Knospenschuppen an dem neuen Trieb beträchtlich auseinander und dieser entwickelt sich demnach mehr zwischen als ober ihnen. Dieser einfachere Fall tritt bei Sciadopitys ein, wo die weit auseinander rückenden Knospenschuppen sich fast über die ganze Länge des neuen Triebes vertheilen, während die eigentlichen Blätter, obgleich zahlreich, in sehr verkürzter Spirale zu einem vielstrahligen Wirtel an seinem Gipfel zusammengedrängt sind. Bei Phyllocladus ist derselbe Fall, nur sind Schuppen und Blätter weniger zahlreich. Der Habitus des Baumes wird hiedurch wesentlich geändert, denn, wenn die Knospenschuppen nur am Grunde des Zweiges stehen bleiben, dieser selbst aber seiner ganzen Länge nach sich mit Blättern bekleidet, so ist auch bei solchen, deren Blätter mehrere Jahre stehen bleiben, der ganze Theil der Kronenverästelung, welcher in diese Zeit fällt, dicht belaubt, wie z. B. bei Abies, wo die Blätter bis zum siebenten Jahre stehen bleiben, alle jüngeren Zweige in ihrem ganzen Verlaufe dicht belaubt erscheinen. Daher denn auch der dichte Schatten dieser Bäume. Wo dagegen wie bei Larix ein jährliches Abfallen der Nadeln statt hat, muss (zumal durch die grössere Distanz der Nadeln an den raschen Trieben) immer der Schatten sehr licht bleiben. Fast dasselbe geschieht bei Sciadopitys und Phyllocladus, wo die grösste nur mit kleinen entfernten Knospenschuppen besetzte Ausdehnung der Triebe kahl erscheint und immer nur am Ende der Sprossen von den letzten drei Jahren Blattbüschel sich befinden.

Bei Pinus wechseln in den ersten Jahren Knospenschuppen und einfache Nadeln ab, wie bei Abies. Vom vierten bis fünften Jahre an ändert sich aber das Verhältniss. Es rücken von nun an bei dem Ausschlagen die Schuppen der Knospen in Entfernungen auseinander und nehmen den ganzen jungen Trieb ein, ohne dass gegen den Gipfel hin eigentliche Blätter wie bei Sciadopitys folgen. Die Jahrestriebe sind also streng genommen blattlos. Aber aus der Achsel jeder Knospenschuppe werden gleichzeitig sekundäre Knospen getrieben, deren jede innerhalb 10 — 12 Schuppen auf einer gänzlich verkürzten Achse 2, 3 oder 5 Nadeln treibt, welche in der Regel 3 Jahre stehen bleibend den Laubschmuck des Baumes ausmachen. Die Achse dieser sekundären Knospen ist nie zur Blüthenbildung und nur in sehr seltenen Ausnahmsfällen zu weiterer Verlängerung als Laubtrieb geeignet. In der Regel werden sie nach drei Jahren spurlos abgestossen. Die Knospenschuppen der Jahrestriebe bleiben dagegen mit ihrem untern verholzenden Theile an den Zweigen herablaufend viel länger stehen, nur ihre häutige Spitze wittert schon im ersten Sommer ab. Bei Taxodium wird der grösste Theil der jährigen Triebe, obgleich mit beträchtlich verlängerter Achse und zahlreichen Nadeln versehen, im Herbste desselben Jahres wieder abgestossen, was an Myricaria und mehrere Euphorbiaceen erinnert.

Eine Art von Duplicität der Knospenentwicklung tritt bei Ab. Larix, Cedrus, Deodara, ferner bei Salisburia und andern dadurch ein, dass zwar an rasch wachsenden Endtrieben, wie bei den übrigen Fichten die Knospenschuppen in Ringe gedrängt stehen bleiben, die Nadeln aber in ihre gehörigen Zwischenräume längs des Zweiges rücken, hingegen an den Seitentrieben die Nadeln zwar in grosser Anzahl sich entwickeln, aber ebenso gedrängt aneinander stehen bleiben als die Schuppen und deshalb dichte Büschel bilden. So entstehen ähnliche Tragzweige wie bei den Pomaceen, die auch wie bei den letzteren allein die Blüthen beider Geschlechter hervorbringen, in ihrem ganzen Wachsthum ausserdem aber sehr an die Stämme der Cycadeen erinnern, wovon weiter unten die Rede seyn wird.

Bei den Gattungen, welche unbeschuppte Knospen haben, unterscheiden sich die Blätter, welche statt der perulae die jungen Triebe umhüllen, meistens durch geringere Grösse und selbst nach dem Ausschlagen durch gedrängtere Stellung. Die gerade bei diesen Gattungen am meisten ausgesprochene Ungleichheit in der Form der Blätter in verschiedenem Alter des Stammes (Araucaria) oder gleichzeitig an verschiedenen oft an denselben Aesten (Juniperus), wodurch sie bald als grüne Schuppen, bald als Nadeln erscheinen, kann hier nicht in Rechnung kommen, da sie mit der Periodicität des Ausschlagens nicht in direktem Zusammenhang steht.

Beschuppte Knospen haben die Gattungen:

Pinus, Abies, Sciadopitys, Taxus, Cephalotaxus, Torreya, Phyllocladus, Salisburia, Podocarpus die meisten.

Unbeschuppt sind die Knospen bei:

Cunninghamia, Araucaria, Cupressus, Thujopsis, Cryptomeria, Thuja, Thujopsis, Retinispora, Callitris. Pachylepis, Juniperus, Dacrydium, Podocarpus einige.

Die Blüthenknospen richten sich nach den Laubknospen, aber es ist mir kein Fall bekannt, wo eine beschuppte Blüthenknospe des einen oder des andern Geschlechtes zugleich Blätter einschlösse.

Die Blätter liegen in der Knospe vor dem Ausschlagen fast durchgehends flach gegen die Achse angedrückt und sehr dicht dachziegelig. Nur bei Salisburia sind sie tütenförmig eingerollt und erinnern dadurch wesentlich an die Knospenlage der Fiederstücke bei Encephalartus horridus (Tab. II. fig. 1 und 2). Ueberhaupt muss bei dieser Gelegenheit bemerkt werden, dass die vernatio circinata der Cycadeen lediglich nur für die Gattung Cycas gilt, bei Zamia aber die Fiederstückchen längs der Achse flach aneinander liegen, wie der junge Wedel von Zamia integrifolia (Tab. II. fig. 3) deutlich zeigt.

§. 6. *Blattbildung.*

Bei den meisten Nadelhölzern hat eine Ausscheidung der einzelnen Theile des Blattes in Nebenblätter oder Scheide, Blattstiel und Blattfläche nicht statt, oder man kann auch sagen, die Blätter der meisten sind nur Modifikationen des Scheidentheiles ohne Entwicklung wahrer Blattstiele und Blattflächen. Letztere beide stellen sich deutlich nur bei den Abiesarten mit kreisrunder Blattnarbe (den eigentlichen Piceen) und etwas modifizirt bei mehreren Taxinen dar.

Bei allen andern Abietinen, Cunninghamiceen und Cupressinen, so wie bei vielen Taxinen tritt das Blatt als eine in Form und Gefüge sehr verschiedene Schuppe auf, welche mit ihrer verhältnissmässig breiten Basis nach dem gewöhnlichen Ausdruck mehr oder weniger am Zweige herabläuft, oder richtiger erst eine Strecke oberhalb ihres Ursprungs von ihm abgeht. Dieser untere mit dem Zweige verwachsene Theil behält entweder gleiches Gefüge mit dem obern frei abstehenden während der ganzen Lebensdauer des Blattes, wie bei den Cupressinen, oder er verholzt bald nach der Entwicklung und bildet ein vorspringend herablaufendes, sehr verschieden gestaltetes Blattkissen z. B. bei den Abiesarten mit vierkantigen Nadeln. In letzterem Falle trocknet der abstehende Nadeltheil nach Erschöpfung seiner Vegetationsthätigkeit (bei Abies meistens nach 7 Jahren, bei Larix schon nach einem Sommer) am Ende des Blattkissens ab und wird gleichsam gegliedert mit Hinterlassung einer regelmässigen Narbe von demselben abgestossen, im ersteren verwittert allmälig die ganze Schuppe ohne Gliederung ihres abstehenden Theiles. Letzterer ist sowohl in seiner Gestalt als in seiner Proportion zu dem unteren herablaufenden Theile sehr verschieden. Er verschwindet z. B. fast völlig bei den Callitrisarten, wo er in ganz kurze Zähnchen verkümmert oder mit andern

Worten, die Schuppe ist hier fast bis zur Spitze mit dem Zweige verwachsen. Die Figuren 2, 3, 4 auf Tab. I zeigen Zweigspitzen einer jungen Pflanze von Callitris, an welchen bis zur Basis freie Nadeln allmählig in die angewachsenen Schuppen des späteren Alters übergehen. In andern Fällen ist er deutlich entwickelt und entweder

a) in jedem Alter der Pflanze durchaus von nahe zu gleicher Gestalt wie bei Abies oder

b) in der Jugend der Pflanze anders als in ihrer späteren Lebensperiode, aber doch jedesmal gleichförmig gestaltet bei Pinus, Araucaria, Thuja etc. oder endlich

c) er ist gleichzeitig an demselben Individuum verschieden gestaltet und zwar ohne wahrnehmbare Rücksicht auf die Stellung wie bei vielen Juniperus, wo oft regellos an demselben Zweige anliegende Schuppen mit abstehenden Nadeln wechseln oder mit bestimmter Beziehung zu seiner Stellung wie bei Thuja und Thujopsis, wo von den 4 decussirten Schuppenreihen die links und rechts nach den Seiten am Zweige gestellten immer ganz anders gestaltet sind, als die nach oben und unten gewendeten.

Seine Gestalt lässt sich auf zwei Grundformen zurückführen, welche indessen in manchen Fällen in einander übergehen und selbst wieder zahlreiche Modifikationen zeigen.

Er ist nämlich entweder flach und zeigt eine deutliche obere und untere Fläche, deren erstere gewöhnlich konkav, letztere konvex ist wie bei Juniperus und andern (Tab. I. fig. 14, 17, 19 etc.), oder er ist von beiden Seiten zusammengedrückt und nach oben und unten schneidig und deshalb auf dem Querdurchnitte rhombisch in verschiedener Weise und zuletzt senkrecht-linealisch wie bei den Phyllodien der Acacien (Tab. I. fig. 20, 23, 24).

An den seitenständigen Blättern von Thuja und Thujopsis stellt sich der Uebergang der beiden Grundformen am deutlichsten dar. An der Basis sind diese kurzen Schuppenblätter auf der Oberseite noch konkav und die Zweigaxe umfassend. Gegen die Spitze hin wird aber die Fläche allmählig konvex und erhebt sich dach- oder kielförmig über die Ränder. Die Unterseite bleibt dagegen konvex oder wird durch stärkeres Vortreten des Mittelnerven ebenfalls kielförmig (Tab. I. fig. 25 — 28). Bei Pinus ist eine ähnliche Aenderung nur an differenten Arten wahrnehmbar. Alle Species mit zwei Nadeln im Büschel haben die Oberseite der Nadeln rinnenförmig konkav; bei allen, wo 3 oder 5 Nadeln den Büschel bilden, ist die Oberseite dagegen in einen scharfen jedoch nervenlosen Kiel vorgezogen, welcher entweder unmittelbar dachförmig an die Ränder verläuft oder noch eine schmale Fläche zu beiden Seiten übrig lässt. Die Unterseite ändert indessen dabei ihre Form nicht, sondern bleibt halbrund und ebenso bleiben die Ränder in gleicher Entfernung von einander und wie sonst deutlich weitschichtig sägezähnig, zum Beweise dass die Kante der Oberseite nicht durch ihre Näherung und Vereinigung entstanden ist (Tab. I. fig. 16, 17). Diese Formen der Nadelholzblätter haben also keine Aehnlichkeit mit den foliis equitantibus der Monokotyledonen, z. B. der Irideen, wo man deutlich die Ränder des an der Basis konkaven Blattes nach und nach zusammenneigen und verwachsen sieht, so dass weiter nach vornen die senkrecht gewordenen beiden Flächen nur als die Hälften der ursprünglichen Unterseite erscheinen.

Die grösste Ausbildung erlangt die beschriebene Form unter den Nadelhölzern bei den Araucarien und bei Cryptomeria Don. Indessen sind auch hier wesentliche Verschiedenheiten. Wir kennen bei Cryptomeria die Blätter der jungen Pflanze noch nicht, im spätern Alter bleiben dieselben dagegen immer von den Seiten rhombisch zusammengedrückt und mit dem Kiel stark herablaufend (Tab. I. fig. 24). Bei Araucaria (zunächst excelsa und Cunninghami) sind sie dagegen nur an der jungen Pflanze (Tab. I. fig. 23) so, an älteren Individuen dagegen immer schuppenförmig flach und auf der Oberseite konkav (Tab. I. fig. 22).

Bei einigen Podocarpus aus Java und Neuseeland sind die Blätter der Haupttriebe schuppenförmig verkürzt und oben mehr oder minder konkav; gleichzeitig an den schwächeren Seitentrieben dagegen verlängert und auf dem Durchschnitte scharf zusammengedrückt rhombisch.

Bei den Abiesarten, welche mit A. excelsa eine Gruppe bilden (bei Picea Link) sind die Nadeln an einjährigen Pflanzen ebenfalls auf der oberen Seite rinnig vertieft, alle späteren aber sind durch Vortreten der oberen Fläche rhombisch (Tab. I. fig. 20), jedoch nicht von den Seiten her zusammengedrückt. Manche Arten zeigen auch Uebergänge in die flachen Nadeln der Weisstannen, indem z. B. bei Abies Mertensiana die Oberseite der Nadeln nur in der Mitte eine vorspringende Leiste zeigt, sonst aber flach bleibt.

Die auf dem Durchschnitte rhombischen Nadeln, mögen sie von den Seiten zusammengedrückt seyn oder nicht, sind gegen die Spitze immer etwas sichelförmig aufgebogen.

Die Berippung der Coniferen Blätter betreffend, so ist zunächst die Mittelrippe zwar häufig vorhanden und bildet auf der Rückseite des Blattes einen deutlichen Kiel, ist aber nie in der Art verzweigt, dass sie durch ihre Verästelungen mit Zutreten von Zellgewebe eine Blattfläche mit entwickeltem Gefässverlauf bilden könnte.

Selbst die breitblättrigen Podocarpusarten machen hievon keine Ausnahme. Die Gattung Sciadopitys zeigt ausnahmsweise 2 Parallelnerven, welche links und rechts von der eigentlichen Blattmitte laufen (Tab. I. fig. 12). Bei den vierkantigen oder von den Seiten her zusammengedrückten Nadeln nimmt die Hauptrippe gewöhnlich die Mitte ein, und erscheint ausserdem am deutlichsten bei Abies (besonders den Weisstannen) und den Taxinen. Eben so häufig löst sich aber der Gefässbündel sogleich bei seinem Eintritt in die Blattfläche in zahlreiche parallele Nerven auf, wobei die Entwickelung eines Mittelnerven völlig unterbleibt. Manchmal tritt im Gegentheile eine Art von Gabeltheilung auf, wie sie bei Salisburia sich am deutlichsten erweist (Tab. II. fig. 4), aber selbst bei Pinus im Skelet der Fruchtschuppe unläugbar ist (Tab. III. fig. 3, 4, 5, 6, 7). Bei Salisburia theilt sich der Gefässbündel schon gegen das Ende des unteren blattstielähnlichen Blattheiles in zwei Bündel, in deren Mitte nur noch ein gleichsam steriler Fortsatz in die Blattfläche übergeht (wie durch seine Verkümmerung die zweilappige Form des Blattes veranlassend). Die beiden Seitenbündel verlaufen dagegen dicht innerhalb der Blattränder, aussen von wenigem Zellgewebe umfasst und schicken an ihrer Innenseite zahlreiche parallele Nerven aus, welche nach oben mehr und mehr divergiren und damit die fächerförmige Gestalt des Blattes begründen. In andern häufigeren Fällen konvergiren dagegen auch wieder die von dem Hauptbündel ausgegangenen Strahlen gegen die Spitze des Blattes mit deutlich dichotomer Anlage bei den Fruchtschuppen von Pinus (Tab. III. fig. 3, 4), mit minder bemerkbarer Gabeltheilung am Grunde in den Laubschuppen von Cunninghamia, Araucaria brasiliensis u. s. w. Auch bei allen andern Formen sind die Blätter nur von parallelen oder divergirenden und gegen die Spitze wieder konvergirenden Gefässen durchzogen. Selbst die breiten Blätter der Podocarpusarten haben neben der Mittelrippe kein Adernetz, ja bei P. Nageja, latifolia und andern nicht einmal eine Mittelrippe, wie diese auch bei Dammara fehlt (Tab. I. fig. 21).

Fassen wir diese einzelnen Thatsachen zusammen, so ergiebt sich daraus, dass die Blätter der meisten Nadelhölzer keineswegs ganz so wie die der übrigen Dicotyledonen gebildet sind (Richard. Conif. p. 92), sondern im Gegentheil weit mehr den Bau der bei den meisten Monokotyledonen gewöhnlichen Blätter einhalten, oder, vielleicht besser gesagt, dass sie lediglich aus parallelen nach oben konvergirenden oder divergirenden Gefässen ohne weitere Verästelung und Anastomose bestehend und lediglich durch Zellgewebe zu einer ganzen Fläche zusammengehalten in den meisten Fällen nur Blattscheiden mit gänzlich unterdrückter Blattfläche seyen.

Bei Phyllocladus fehlen eigentlich die Blätter völlig und statt ihrer sind nur Knospenschuppen und blattartige Zweige vorhanden. Die Hauptachse des Stammes oder der Zweige trägt beschuppte Knospen. Die Schuppen dieser Knospen sind schmal linealisch oder pfriemlich, trockenhäutig und abstehend. Sie rücken an der Achse in Distanzen auseinander und stehen statt der Blätter, meistens ohne aus ihren Achseln weitere Knospen zu entwickeln, wittern auch bald ab (Tab. I. fig. 1. a. a). Nur die obersten 3 — 5 am Ende jedes Jahrtriebes stehen gedrängt im Kreise und treiben jede aus ihrer Achsel einen blattartigen Zweig (Tab. I. fig. 1. b.). Diese Zweige sind an der Basis artikulirt wie Blätter und werden theilweise ebenso abgeworfen. Sie sind mit zweizeilig abwechselnd gestellten, entfernten, an der Achse herablaufenden kleinen Deckschuppen besetzt und bei jungen Individuen kommen deren 10 — 12, bei älteren oft nur 4 — 5 an einem solchen Zweige vor (Tab. I. fig. 1. c. c.). Aus der Achsel jeder solchen Deckschuppe entwickelt sich nun ein blattartiger verflachter und unregelmässig in Lappen zerschnittener Zweig oder ein Phyllodium, welches um so mehr der Blattnatur sich nähert, da nur seine der Erde zugewendete Fläche in der Jugend weisslich und dicht mit Spaltöffnungen besetzt (Tab. I. fig. 29), die obere aber grün und ohne stomata ist (Tab. I. fig. 1. d. d.). An älteren Individuen wachsen die Deckschuppen, aus deren Achsel diese Phyllodien kommen, an dem Rande der letzteren hinauf und erscheinen bei flüchtiger Betrachtung nur als der unterste Einschnitt an denselben. Die Spitze des Zweiges endlich läuft entweder selbst in ein solches Phyllodium aus, er schliesst also gleichsam als Blatt ab und wird seiner Zeit auch wie ein solches abgestossen, oder aber oberhalb des letzten Phyllodiums endigt der Zweig in eine nach Art derer am Hauptstamme beschuppten Knospe und fixirt sich demzufolge als eigene Achse, indem er das nächste Jahr aus derselben einen Wirtel ihm ähnlicher Zweige austreibt (Tab. I. fig. 1. e. e.). In dieser verschiedenartigen Entwicklung der Zweige scheint keine Regelmässigkeit obzuwalten und beiderlei Arten kommen an älteren Pflanzen in demselben Wirtel vor. Nur an einer jungen Samenpflanze bemerkte ich, dass die sämmtlichen Aeste der früheren Jahre in Phyllodien auslaufen, dagegen die drei des obersten letzten Wirtels sämmtlich in Knospen endigen (Tab. I. fig. 1). Die einzelnen Phyllodien (Fiederblättchen der Autoren) scheinen keiner weiteren Entwickelung fähig zu seyn.

Dieser Struktur zufolge glauben wir mit Recht sagen zu dürfen, dass Phyllocladus gar keine eigentlichen Blätter, sondern an ihrer Stelle nur kleine Knospenschuppen besitze, dass aber die Funktion der grünen Blätter von blattartig verbreiterten und gelappten abortirenden Zweigen ausgeübt werde, welche wie wahre Blätter keiner weiteren Ausbildung fähig und wie diese mit einer der Funktion nach von der Oberseite verschiedenen Unterseite begabt erscheinen.

Diese Bildung erinnert unter den Coniferen zunächst an Taxodium, wo die jährigen Seitentriebe auch meistens absterben, am meisten aber an Xylophylla unter den Euphorbiaceen, wo ein ähnliches Schwanken zwischen Zweig und Blatt statt hat. Doch tragen die Fiederblättchen oder Stücke des amphibolen Zweiges bei Phyllocladus niemals Blüthen oder Laubknospen.

Bei allen Nadelhölzern mit Ausnahme von Salisburia sind die Blätter auf verschiedene Weise mit Spaltöffnungen besezt und die Stellen, wo diese stehen, gewöhnlich schon durch eine bläulichweisse Färbung bezeichnet. Sie stehen niemals auf den Gefässen, und sind gewöhnlich in mehrere regelmässige parallele Reihen geordnet. Bei flachen Blättern kommen sie gewöhnlich nur auf der Rückseite links und rechts von der Mittelrippe vor und bilden z. B. bei Abies pectinata und andern zwischen dieser und dem Rande zwei deutliche weisse Streifen (Tab. I. fig. 13, 14, 15). Bei Sciadopitys wird dagegen das Blatt von zwei parallelen Hauptnerven durchzogen, zwischen welchen statt der Mittelrippe ein Streifen von Zellgewebe verläuft, auf welchem die Reihen von Spaltöffnungen sitzen (Tab. I. fig. 12). Bei Phyllocladus sind sie über die ganze Unterseite zwischen den Nerven unregelmässig zerstreut (Tab. I. fig. 29), bei Juniperus stehen die Blattnarben dagegen auf der Oberseite in einem Mittelstreifen (Tab. I. fig. 19). Bei Thujopsis und den Retinisporen mit angedrückten Blättern und zweizeiligen Verzweigungen dagegen, wo immer nur die untere Seite der Blätter sichtbar ist, stehen Spaltöffnungen an allen Blattflächen, welche sich auf der Unterseite des Zweiges befinden. Da die Blätter decussirt sind, so ist von dem Paar, welches nach oben und unten steht, das untere Blatt mit zwei Spaltöffnungsstreifen besetzt, das obere nackt, die seitlichen, welche den Stengel umfassen, tragen dagegen auf ihrer nach unten gewendeten Halbseite

Spaltöffnungen, auf der oberen keine (Tab. I. fig. 25, 26). Hier scheint ein ähnliches Gesammtleben aller Blätter am Zweige statt zu finden, wie es im kontrahirteren Zustande an Zweigphyllodien statt hat, oder eine Analogie mit der Eigenthümlichkeit der als Stecklinge behandelten Seitenzweige der Coniferen, von welcher oben die Rede war. Der Zweig ist gewissermassen selbst zum Blatte geworden und seine, wenn gleich noch gesonderten Blätter theilen sich in eine gemeinsame Ober- und Unterseite. Bei Retinispora squamosa mit abstehenden Blättern dagegen sind sie wieder immer auf der Rückseite in zwei Streifen vorhanden. Bei den Pinusarten mit zwei rinnenförmigen Nadeln im Büschel stehen die Stomata in Reihen auf beiden Seiten, ebenso bei den Araucarien mit flachen Blättern (Tab. I. fig. 17 und 22). Unter den Arten mit einer Längskante auf der Oberseite der Blätter haben die meisten links und rechts von dieser einen Streifen von Spaltöffnungen und keine auf der Rückseite (Tab. I. fig. 16). Bei den Araucarien mit von den Seiten zusammengedrückten Blättern und den ähnlichen von Cryptomeria stehen sie in 4 Streifen, je auf den 4 Seiten des lang gestreckt rhombischen Durchmessers (Tab. I. fig. 24). Auch bei den Abiesarten mit vierkantigen Nadeln ist auf jeder der vier Seiten ein Streifen von Spaltöffnungen (Tab. I. fig. 20). Bei Cunninghamia stehen sie auf der Rückseite in 2 Streifen neben der Mittelrippe, ebenso bei Taxodium, Taxus, Cephalotaxus und Torreya. und bei den Podocarpusarten mit deutlicher Mittelrippe (Tab. I. fig. 13, 14, 18); bei den Arten dieser Gattung, wo keine deutliche Mittelrippe entwickelt ist, sind sie so wie bei Dammara in sehr feinen zahlreichen Reihen auf der Rückseite zu bemerken (Tab. I. fig. 21). Am grössten erscheinen die einzelnen bei den Abietinen, am kleinsten bei den Taxinen. Dass das weissliche Ansehen, welches sie den Blattstellen geben, nicht von Harzaussonderungen herrühre, ergiebt sich schon daraus, dass diese Färbung durch Weingeist nicht ausgezogen wird. Uebrigens fehlt die Färbung namentlich bei den Taxinen oft auch völlig.

Der Rand des Blattes ist meistens völlig ungetheilt, ohne Zähne und Einschnitte, nur bei Cunninghamia und Pinus ist er mit kleinen entfernten Sägezähnen besetzt, welche auch auf dem vorspringenden Kiele der Oberseite bei den Arten mit mehr als 2 Nadeln im Büschel sich einstellen. Bei vielen Gattungen ist er verdickt und mit einer Art von Randnerve eingefasst.

Die Spitze ist scharf und oft stechend, wenn der Mittelnerv bis ans Ende fortsetzt oder alle Nerven in der Spitze konvergirend wieder zusammenlaufen. Sie wird ausgerandet, wenn die Mittelnerve gegen die Blattmasse zurückbleibt, bei den Weisstannen. Bei den Blättern mit bis zur Spitze divergirenden Nerven, bei Phyllocladus und Salisburia wird durch die ungleiche Länge dieser Nerven eine Unebenheit des Randes veranlasst, wie sie die sogenannten folia praemorsa haben. Die Blätter von Salisburia sind überdiess der fast ganz fehlenden Mittelrippe gemäss tief zweilappig. Diese Theilung so wie die anderweitige Schlitzung oder Zähnung des Randes ist aber nur an den Zweigen stark sichtlich, welche keine Blüthen tragen, an den blühbaren Zweigen sind sie ungetheilt und fast völlig ganzrandig, so wie bei Abies pectinata die sonst ausgerandeten Nadeln an den Zweigen, welche weibliche Blüthen tragen, in eine scharfe Spitze auslaufen.

Im Ganzen sind Spielarten in der Form der Blätter bei den Nadelhölzern sehr selten. Die Grösse derselben aber ändert nicht selten an ganzen Individuen nach den Standorten, oder an einzelnen Zweigen aus zum Theil unbekannten Gründen, wie z. B. die abwechselnden Schuppen und gestreckten Nadeln mancher Wachholder. Bei denen mit nackten Knospen bemerkt man häufig, dass die Nadeln, welche unmittelbar ober und unter der Innovation stehen, beträchtlich kleiner sind, so bei Cryptomeria, Dacrydium und andern. Bei ersterer Gattung erscheinen sie auch öfters alle nach einer Seite hin um den Zweig her gewunden, der davon ein schraubenförmiges Ansehen erhält.

Die Dauer der Blätter ist sehr verschieden. Bei den wenigsten dauern sie nur ein Jahr wie bei Larix. Die meisten bleiben mindestens 3 Jahre grün, wie die der Pinusarten, manche, wie die meisten Abies halten 7 Jahre. Bei allen denjenigen, welche schuppenförmig mit breiter Basis an dem Zweige ansitzen und herablaufen, z. B. bei Cupressus, Thuja und andern, hat kein regelmässiges Abfallen statt, sie vertrocknen und verwittern allmählig, doch geschieht auch dieses ziemlich regelmässig in Jahrgängen. So lange eine Zweigachse ihre grünen Blätter behält, scheint sie auch zwischen denselben in fortgesetztem Längenwachsthum zu verharren. Bei Cupressus und Thuja stehen an den einjährigen Trieben die schuppenförmigen Blätter so dicht aneinander, dass sie die Zweigachse völlig verdecken, rücken aber schon im zweiten Jahre weiter auseinander und lassen endlich im vierten und fünften beträchtliche Zwischenräume (Internodien) zwischen sich.

Die Narben, welche nach dem Abfallen der Blätter an den Zweigen zurückbleiben, sind in ihrer Gestalt wesentlich verschieden nach der Anheftung und nach der Form des Querdurchschnittes der Blätter selbst. Sie gewähren in manchen Gattungen sichere Anhaltspunkte zur Unterscheidung von Arten und dürften selbst bei den fossilen Formen zu annähernden Vergleichungen mit den jetzt lebenden Gelegenheit geben. Die deutlichsten Verschiedenheiten zeigen sich bei der Gattung Abies, aus welcher wir in der Flora japonica Vol. II. tab. 137 18 Arten in dieser Beziehung dargestellt haben und hier auf Tab. I fig. 5 — 10 die Hauptformen wiederholen. Zunächst sehen wir die Blätter entweder vom Aste unter ihrer Ablösungsstelle als vorspringende Blattkissen herablaufen wie in Fig. 5 — 8, oder aber, wenn die Ablösungsstelle mit der eigentlichen Blattbasis zusammenfällt, diese Blattkissen und damit die vorragenden Kanten der Aeste fehlen. Letzteres ist der Fall bei den eigentlichen Piceen mit gestielten, flachen und meistens an der Spitze ausgerandeten Nadeln, wie bei unserer Abies pectinata. Als zweites Kennzeichen kömmt für diese hinzu, dass die Blattnarbe selbst immer kreisrund oder höchstens etwas elliptisch in die Länge gezogen erscheint (Tab. I. fig. 9, 10). Die Arten mit herablaufenden Blattkissen zeigen in dieser Beziehung aber noch 2 Verschiedenheiten. Das Blattkissen ist nämlich entweder der ganzen Länge nach an den Zweig angewachsen und die Blattnarbe auf seinem Ende halbkreisförmig wie bei A. canadensis (Fig. 5), oder dasselbe tritt gegen seine Spitze hin von dem Zweige mehr oder weniger ab und bildet eine freistehende Spitze und die Blattnarbe ist rhombisch wie in Fig. 6 — 8 bei der Rothtanne, Lerche und Ceder. Man kann darnach die Abiesarten folgender Weise eintheilen:

1) Die Blattnarbe ist halbkreisrund.

Die am Zweige herablaufenden Blattkissen verdicken sich nach oben, ohne jedoch vom Zweige abzutreten (Tab. I. fig. 5). Abies canadensis, Brunoniana, Tsuja.

2) Die Blattnarbe ist rhombisch.

a) Die am Zweige herablaufenden Blattkissen verdicken sich nach oben nicht, treten aber auch vom Zweige nicht ab (Tab. I. fig. 7). Abies Larix, leptolepis.

b) Die am Zweige herablaufenden Blattkissen verdicken sich nach oben, treten aber von da an als wieder verschmälerte Fortsätze vom Zweige ab, welche nach dem

Abfallen des Blattes noch stehen bleiben (Tab. I. fig. 6, 8). Abies excelsa, alba, nigra, Deodara etc.

3) Die Blattnarbe ist kreisrund, das Blattkissen kaum merklich angeschwollen, die Zweige meistens fein behaart (Tab. I. fig. 9, 10). Abies pectinata, homolepis, balsamea etc., alle Piceen.

§. 7. *Männliche Blüthe.*

Um die männliche Blüthe der Coniferen zu deuten, dürfte es nothwendig seyn, zunächst nochmal an die Schwankungen zu erinnern, welche in dieser Familie zwischen Blatt- und Zweigbildung überhaupt vorkommen. Das normale Verkümmern der meisten Zweigachsen, z. B. bei Pinus mit eben so normaler Entwicklung weniger, aber in bestimmter Anzahl auftretender Blätter oder Nadeln (bei P. sylvestris 2, bei P. taeda 3, bei P. Cembra 5) erinnert zuerst daran, dass hier ein Verhältniss obwaltet, wie nicht leicht in einer andern Pflanzengruppe. Eine solche Bestimmtheit in Verkümmerung von Zweigachsen hat auch bei den verkürztesten Tragzweigen oder den durch raschen Aufwuchs der oberen Kronenäste in der Ernährung gehemmten untersten Zweigen unserer übrigen Bäume niemals statt. An solchen verkürzten oder verkümmerten Trieben können sich dennoch so viele Blätter in einem Jahrgang entwickeln, als die Ernährung gestattet und es hängt lediglich von dem Maasse der letzteren ab, ob der bisher verkürzte Zweig nicht wieder, selbst nach mehreren Jahren, den versäumten Wachsthum nachholt. Bei Nadelhölzern ist diess eine höchst seltene Ausnahme, wie Jeder überzeugt seyn wird, der an Pinus sylvestris nach Triebknospen gesucht hat, welche aus der Mitte der zwei Nadeln aufsteigend die normal abgeschlossene Entwicklung in eine verlängerte Zweigachse fortsetzen. Dazu kömmt noch, dass die bei jeder Species von Pinus konstante Zahl der Nadeln auch die Form der letzteren bedingt, dass bei allen, wo nur 2 Nadeln im Büschel stehen, diese auf der Oberseite konkav, auf der unteren konvex sind, bei den Arten dagegen, wo drei bis fünf Nadeln den Quirl bilden, ihre Oberseite immer schneidig vorgezogen konvex, die Unterseite abgerundet aber ebenfalls konvex erscheint. Diese Form-Verschiedenheit erklärt sich nicht lediglich aus der gegenseitigen Lage in der Knospe (vernatio), denn sonst müsste sie mit der vollen Entwicklung verschwinden, zusammengenommen mit der eben so festen Zahl der Nadeln in jedem Büschel beweist sie, wie tief begründet hier das Bestreben liegt, Zweigachsen zu unterdrücken oder nur durch einige Blätter andeuten zu lassen. Ein anderes deutliches Schwanken zwischen Zweig und Blatt haben wir bei Thujopsis und Thuja darin gefunden, dass die ganze nach der Erde gewendete Unterseite der Seitenzweige gemeinsam die Funktion der Unterseite eines Blattes übernimmt, oder noch mehr bei Phyllocladus in den Zweigphyllodien. Einen ähnlichen Mittelzustand zwischen Blüthenachse und einzelnem Staubfadenblatte müssen wir meines Dafürhaltens auch bei der männlichen Blüthe der Coniferen voraussetzen, und aus diesem Gesichtspunkte die verschiedenen Entwickelungen betrachten, in welchen sie vorkommt. Ich weiss zwar wohl, dass die Ansicht, welche mein verehrter Freund Herr Professor Mohl in seiner Abhandlung über die männlichen Blüthen der Coniferen aufstellt, diesem zu widersprechen scheint. Der scharfsinnige Beobachter fand nämlich monströse weibliche Zapfen von Abies alba, an welchen die Deckschuppen zum Theil in Antheren verwandelt waren, ganz so wie sie in den männlichen Kätzchen vorkommen, und schloss daraus, dass wenigstens bei Pinus jede Anthere aus der Metamorphose eines einzigen Blattes hervorgehe, welches den Bracteen nicht aber den Fruchtschuppen oder Karpellarblättern des weiblichen Kätzchens zu vergleichen stehe. Es muss später erörtert werden, in wieferne die Fruchtschuppe lediglich als Karpellarblatt betrachtet werden könne, für jetzt fragt sich nur, ob der Umstand, dass monströser Weise die Bracteen des weiblichen Kätzchens zu Staubgefässen werden können, auch beweist, dass die normalen Staubgefässe der männlichen Kätzchen diesen Bracteen in so ferne ganz gleich zu achten seyen, dass sie wie jene nichts als modifizirte Blätter, nämlich die der Achse des männlichen Kätzchens entsprechenden seyen. Dieses glauben wir wenigstens nicht unbedingt annehmen zu müssen, indem wir nochmals auf das Schwanken zwischen Blattgebilde und Achse bei den grünen Organen der Coniferen zurückkommen und für diese Staubgefässe wohl die Form eines Blattes zugeben, aber die Bedeutung einer Achse in Anspruch nehmen.

Betrachten wir, um diese Annahme zu rechtfertigen, die verschiedenen Entwicklungsstufen, auf welchen sich die männliche Blüthe in den differenten Gattungen der Coniferen darstellt, so scheint es am zweckmässigsten, mit der vollkommensten Form, der von Taxus (Tab. IV. fig. 8) zu beginnen. Hier stehen gewöhnlich 6, selten 7 — 8 einfache Antherenfächer in einen Kreis gestellt und am Centralwinkel bis zum Scheitel mit einander verwachsen, so dass sie von oben gesehen zusammen eine schildförmige, ringsum am Rande gelappte Scheibe bilden, welche auf einem Mittelsäulchen, dem sogenannten Filamente, sitzt und an ihrer unteren Fläche sich strahlig in die der Fächerzahl entsprechende Anzahl von Klappen öffnet. Wenn wir nun auch nicht wagen wollen, diese Bildung als einen wahren Kreis von ursprünglich getrennten Staubgefässen zu deuten und ihm damit völlig gleiche Geltung mit den männlichen Blüthen anderer Pflanzen anzusprechen (obgleich sogar die Jugendbildung bei Taxus dafür zu sprechen scheint), so haben wir jedenfalls hier doch eine symmetrisch nach allen Seiten abgeschlossene Entwicklung, welche immerhin als das vollständigste den Coniferen zustehende Analogon einer abgeschlossenen männlichen Blüthe angesehen werden kann, oder wenn wir uns so ausdrücken dürfen, den gelungensten Versuch, das Blatt zur selbstständigen Achse zu erheben.

Gehen wir von Taxus über auf die Bildung von Araucaria und Dammara (Tab. IV. fig. 9), so sehen wir hier scheinbar auf der Basis einer gestielten Schuppe 6 — 8 (nach andern Beobachtungen noch mehrere) Antherenfächer in zwei Reihen gestellt, jedoch so, dass alle Fächer beider Reihen sich nach innen öffnen. Genau so würde sich aber eine flachgedrückte Taxusblüthe verhalten, wenn zugleich ihre Scheibe am Scheitel nicht flach, sondern in einen kegelförmigen Fortsatz verlängert wäre. Die männliche Blüthe von Araucaria und Dammara hat also noch fast gleiche symmetrische Anordnung mit der von Taxus, nur ist der Kreis der Antherenfächer zu einer sehr gedehnten Ellipse verzogen, deren Seiten gewöhnlich als zwei gesonderte Reihen gelten.

Bei allen übrigen Gattungen treten grössere Störungen und Verkümmerungen in der Art ein, dass nicht rings um das Mittelsäulchen oder Stielchen sich Staubbeutelfächer entwickeln, sondern diese höchstens 4 an der Zahl die eine Hälfte des Kreises ausfüllen, die andere Hälfte aber mehr oder minder durch eine halbkreisrunde Schuppe dargestellt wird. Bei Cephalotaxus (Tab. IV. fig. 4) und bei Torreya fehlt diese Schuppe fast völlig und die Bildung ist die einer halbirten Taxusblüthe. Bei den Cupressinen tritt sie dagegen immer deutlicher hervor, wie die Abbildungen von Thuja (Tab. IV. fig. 7) und von Thujopsis (Tab. IV. fig. 5) nachweisen, aber sie behält noch die horizontale (schildförmige) Stellung gegen das Mittelsäulchen. Bei Cunninghamia (Tab. IV. fig. 6) schlägt sie sich dagegen in die Höhe und nimmt nun erst, mit dem

Stielchen zusammen, die Gestalt eines gestielten Deckblattes an. Bei Pinus, Abies und Salisburia (Tab. IV. fig. 1, 2, 3) vermindert sich endlich die Zahl der Fächer bis auf zwei und der verkümmerte (Schuppen-) Theil des Scheibchens ist bald mehr bald minder entwickelt, die noch ausgebildeten Antherenfächer sind aber allemal rücksichtlich der Stellung des Scheibchens an der Achse die untersten. Hier ist natürlich die Aehnlichkeit der ganzen Blüthe mit einem zweifächrigen Staubgefäss, welches über den Fächern in ein häutiges Konnecktiv fortsetzt, am grössten. Aber eben darum kann diese am meisten verkümmerte oder am wenigsten ausgebildete Form nicht als Typus angenommen werden, auf welchen die übrigen freieren und vollständigeren Entwickelungen zurückgeführt werden müssten. Im Gegentheile scheint es richtiger, das an seiner ganzen Peripherie gleichmässig entwickelte Säulchen von Taxus als die Normalform gelten zu lassen, welche einer gesonderten Blüthe am meisten entspricht und davon die minder entwickelten abzuleiten, mögen sie auch endlich in einfachen Schuppenformen zu erlöschen scheinen.

Wenn diese Ansicht richtig wäre, so stünden demnach an der Achse des männlichen Kätzchens der Coniferen so viele gesonderte männliche Blüthen als einzelne Staubgefässe. Diese Blüthen wären aber freilich nicht so scharf ausgeprägte Individuen als in andern Familien, sondern hielten in Form und Wesen die Mitte zwischen selbstständigen Achsen und einzelnen zur Anthere gesteigerten Blättern. Sie entsprechen also den schwankenden Bildungen der grünen Theile, wo Blatt und Zweig ebenso in einander spielen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Kätzchen ästig werden können, wie bei Podocarpus Nageia der Fall ist, was nicht statt haben könnte, wenn jedes aus einer einzigen aufgelockerten männlichen Blüthe bestünde.

Die Aehnlichkeit, welche zwischen den männlichen Blüthen der Coniferen und Cycadeen statt hat, ist schon oft bemerkt worden. Bei Cycas, Zamia und Encephalartus sitzen auf der Unterseite nach vorne abgestutzter Schuppen dicht gedrängt (Tab. IV. fig. 10), aber doch in bestimmter regelmässiger Anordnung (Tab. IV. fig. 12), die Staubgefässe oder einzelnen Blüthen, deren jede aus einem kurzen Säulchen besteht, welches 2 — 4 unter sich freie Antherenfächer trägt. Die kreisförmige Stellung dieser Fächer erinnert offenbar am meisten an die Blüthe von Taxus, nur sind dort die Fächer am Innenwinkel unter sich verwachsen, und stünden alle diese Staubgefässe in derselben Weise an einer Achse vertheilt, wie bei den Coniferen, so würde Niemand an ihrer nahen Analogie gezweifelt haben. So nehmen sie aber nur die Unterseite eines Trägers ein, welcher mit vielen andern seines gleichen an einer gemeinsamen Achse befestigt, nur als eine Schuppe des so gebildeten grossen Blüthenzapfens sich darstellt. Deshalb verglich man das männliche Amentum der Coniferen gewöhnlich mit dem ganzen männlichen Zapfen der Cycadeen und liess die einseitig mit Antheren bedeckten Schuppen gelten für Analoga der nur einseitig entwickelten Blüthen von Pinus, Juniperus u. s. w., denn auch hier scheinen die Antherenfächer auf der Rückseite eines schuppenförmigen Trägers zu stehen. Aber wir werden wohl einen Schritt weiter gehen müssen, um die Analogie richtig zu begründen. Nehmen wir deshalb an, der männliche Zapfen der Cycadeen sey kein einfaches, sondern ein in der Art zusammengesetztes Kätzchen, dass die sekundären Achsen zwar spiralig und dicht gedrängt rings um die Hauptachse stehen, selbst aber nur einer einseitigen Entwickelung fähig seyen. Lassen wir jede Schuppe, wie Tab. IV. fig. 10, 11 sie darstellen, als ein eigenes Kätzchen für sich gelten, welches aber nur an seiner Rückseite Blüthen produzirt und damit wieder an die Modifikationen in der Entwickelung erinnert, welche Seitenachsen auf jeder Stufe der Bildung bei den Coniferen überhaupt, zuletzt aber noch in der partiellen Verkümmerung der Staubgefässe bei Juniperus, Pinus u. s. w. zeigen. Mit dieser Annahme scheint uns die Analogie zwischen der männlichen Inflorescenz der Coniferen und Cycadeen völlig hergestellt und beide liessen sich ungefähr folgender Massen definiren:

Coniferen. Männliche Blüthen spiralig in einfache, selten am Grunde verästelte Kätzchen gestellt, jede einzelne Blüthe ein kurzes ungegliedertes und hüllenloses Säulchen, welches entweder in einen vollständigen Kreis von Antherenfächern endigt, oder bei theilweiser Verkümmerung der letzteren zugleich in eine verschieden gestaltete stets dem Gipfel des Kätzchens zugewendete Schuppe ausläuft, so dass die entwickelten Fächer dann immer die der Basis des Kätzchens zugekehrte Seite des Kreises einnehmen.

Cycadeen. Männliche Blüthen in grossen, zapfenförmigen zusammengesetzten Kätzchen; die sekundären Achsen an der Hauptachse spiralig und dicht dachziegelig gestellt; jede für sich nach vornen schuppenförmig erweitert und verdickt, abgestutzt oder in eine kurze Spitze auslaufend. Die einzelnen Blüthen alle auf der Rückseite der sekundären Achsen dicht gedrängt; jede für sich ein kurzes in 4 (oder durch Verkümmerung in weniger) von einander freie in einen Kreis gestellte Antherenfächer endigendes Säulchen.

Man kann immerhin diese Annahmen noch als hypothetisch beanstanden und besonders auf den Mangel an Analogien in andern Familien hinweisen. Aber sind denn Nadelhölzer und Cycadeen, deren Verwandtschaft unter sich wohl nicht geläugnet werden kann, auch wirklich mit andern Familien so verwandt, dass sie dem bei diesen üblichen Typus unbedingt folgen müssen? Wir haben zu viele Gruppen im Pflanzenreiche, welche gegenwärtig noch entweder nur unrichtig gedeutet oder in Wahrheit isolirt stehend gegen die ihnen in

Systemen aufgedrungenen Verwandtschaften protestiren, um durch scheinbare Anomalien erschreckt werden zu dürfen. Das Naturgesetz, Sparsamkeit in der Zahl der Mittel, Reichthum in ihrer Modifikation zu demselben Zwecke darf allerdings nie ausser Augen gelassen werden, aber die Nothwendigkeit, Uebergänge der einzelnen Modifikationen in einander zu finden, liegt darin nicht begründet, denn noch ist die grösste Frage in dieser Beziehung nicht gelöst worden, ob in den Organismen der jetzigen Erdperiode ein in sich abgerundetes Ganzes bestehe, dessen Einzeltheile wir nur noch nicht in ihrem Konnexe aufzufassen wissen, oder ob nicht wie die zu Inseln versunkenen Gebirge des Oceans sich auch Glieder früherer in ihrem Totalbegriff verloren gegangener Formationen in einzelnen Repräsentanten erhalten haben und als historische Räthsel unsere Formenreihe stören. Hat doch ein geistvoller Schriftsteller in dieser Beziehung uns auch noch weitere Ausbildung oder Aenderung des Pflanzenreichs für eine neue Phase des Erdlebens und dann mit vorherrschender Entwicklung der Frucht verheissen.

Soviel vorläufig über die männliche Blüthe dieser räthselvollen durch so viele Abweichungen von dem Charakter aller übrigen differirenden Familie. Wir behalten uns vor, in einem spätern Aufsatze, welcher vorzüglich mit der Bildung der weiblichen Blüthe und der Frucht sich beschäftigen soll, in vergleichender Beziehung auf die männliche zurückzukommen.

Zum Schlusse noch einige Bemerkungen über die Gattungen *Taxus* und *Torreya*. Bekanntlich gab Kämpfer (Amoen. exot. V. p. 814) zuerst Nachricht von einem japanischen Baume, welchen er Taxus nucifera nannte und den Linné unter diesem Namen auch als zweite Species der Gattung aufzählte. Thunberg in seiner Flora von Japan bestätigte die Richtigkeit dieser Bestimmung und führt ihn ebenfalls als eine der 4 Taxusarten auf, welche er in Japan angiebt, unter welchen aber freilich nur ein einziger Taxus sich befindet.*) Ihm folgten alle Autoren, nur Persoon fragt, ob die Pflanze nicht etwa zu Podocarpus gehöre. Neuerlich glaubte man dieselbe Art auch in den indischen Gebirgen, in Tibet und Nepal entdeckt zu haben und Wallich giebt (Tent. Flor. nepal. p. 57 tab. 44) Beschreibung und Abbildung des nepalischen Baumes, den er später auch in seinem Herbarium vertheilte. Von der japanischen Pflanze brachte zuerst von Siebold vollständige Blüthen- und Fruchtexemplare nach Europa und gab so die Möglichkeit, sie auf Tab. 129 der Flora japonica mit der nöthigen Analyse darzustellen. Gemäss dem Blüthen- und Fruchtbau konnte ich keinen Augenblick zweifelhaft seyn, dass sie weder zu Taxus noch zu Podocarpus gezählt werden könne, sondern eine eigene Gattung bilde, welche ich Caryotaxus nannte. Gleich darauf erhielt ich aber die Annals of Natural history, in welchen Arnott im Jahre 1838 nach einem Baume in Florida die Gattung Torreya aufgestellt hatte und vermuthete sogleich, dass die japanische Pflanze als zweite Species zu derselben gehören möchte. Durch die Güte meines sehr verehrten Freundes Professor A. Gray in Neu-York erhielt ich Fruchtexemplare des amerikanischen Baumes, welche meine Vermuthung vollkommen bestätigten, und zugleich einen neuen Beweis für die grosse Verwandtschaft der Flora von Japan mit der von Nordamerika lieferten. Von Taxus unterscheiden sich beide Arten durch stamina dimidiata, deren 4 Fächer in einem Halbkreise auf dem Filamente stehen, durch die fleischige Steinfrucht, deren fasriges Fruchtfleisch mit einem schmierigen und widrig riechenden Harze erfüllt ist, endlich durch den nach Art vieler Palmen ruminirten Eiweisskörper und den gegen alle übrigen Coniferen unverhältnissmässig kleinen Embryo. Auch ist bei beiden Arten das Holz merkwürdiger Weise sehr weich, schwammig, grobfasrig und weiss, während es bei den Taxusarten sehr hart, feinfasrig und dunkelgefärbt erscheint. Es ist demnach unzweifelhaft gewiss, dass Taxus nucifera eine zweite Art von Torreya sei. Vielleicht gehört als dritte Art noch Taxus globosa Schlchtdl. aus Mexiko zu der Gattung. Zunächst an derselben stehen zwei andere Coniferen aus Japan, die ganz den Habitus von Torreya haben, deren männliche Kätzchen aber viele zusammen auf einem gemeinsamen beschuppten Stiele und zwar jedes aus der Achsel einer eigenen Deckschuppe sprossend stehen, während die weiblichen Blüthen ebenfalls auf einem gemeinsamen Stiele kopfförmig zusammengedrängt auch immer zu zweien und ohne das Schüsselchen von Taxus nackt in der Achsel herablaufender Deckblätter sitzen. Dabei ist der Eiweisskörper nicht ruminirt, sondern von gleichmässigem Gefüge und der Embryo gross. Ich habe diese Gattung Cephalotaxus genannt (Flor. japon. II. tab. 130 — 32).

---

*) Taxus baccata Thunb. ist T. cuspidata Sieb. et Zuccar., nucifera ist Torreya, macrophylla ist Podocarpus, verticillata ist Sciadopitys. Conf. Siebold et Zuccar. Flor. japon. Vol. II. Fasc. I. — VIII.

Nun bliebe noch die Frage, wenn der japanische Taxus nucifera zu Torreya gehört, wie verhält es sich mit der Wallich'schen Pflanze gleichen Namens aus Nepal? Den Originalexemplaren nach, welche ich besitze, ist sie ein ächter Taxus, denn die männlichen Blüthen sind nicht wie bei Torreya und Cephalotaxus halbirt, sondern haben 5 — 6 wie bei T. baccata schildförmig in einen vollkommenen Kreis gestellte Antherenfächer. Weibliche Blüthen sah Wallich selbst nicht, sondern nur unreife Früchte, von welchen er sagt: Nux immatura in distincta arbore, axillaris, solitaria, subrotunda, apiculata, laevis, nitida, magnitudine seminis coriandri, fere occulta calyculo multibracteato pedicellato. Der Mangel des sonst bei Taxus gewöhnlichen fleischigen Schüsselchens um die Frucht her brachte in Verbindung mit der Aehnlichkeit im Habitus den berühmten Verfasser der Flora Indiae zu der Vermuthung, dass seine Pflanze mit der japanischen identisch seyn könne. Hiebei muss ich aber bemerken, dass auch bei Taxus baccata selbst an der reifen Frucht das Schüsselchen nicht immer fleischig werde, sondern häufig trocken bleibe (Tab. II. fig. 10, 11), wie ich vielfach in unseren bayrischen Gebirgen an lebenden Stöcken, so wie an trocknen Exemplaren aus den Pyrenäen mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, so dass die cupula carnosa nicht als wesentlicher Gattungscharakter für die Gattung Taxus gelten kann. Demnach möchte ich auch vorschlagen, den T. nucifera Wall. als Taxus Wallichiana bei dieser Gattung zu belassen und definire, auf die ausführliche Beschreibung in dem Tent. Florae nepalensis verweisend, die Art wie folgt.

Taxus Wallichiana Zuccar.

> T. foliis solitariis lineari-falcatis attenuatis acutis distantibus subdistichis, perulis gemmae acutis, bracteis alabastri interioribus longioribus obovato-spathulatis.

Taxus nucifera? Wallich. Tent. Flor. Nepal. p. 57 tab. 44 (exclus. synonymis).

Crescit in monte Sheopore Nepaliae a clar. Wallich. mense Martio florens inventa (*v. s.*)

Erklärung der Tafeln.

Tab. 1. Fig. 1. Gipfel einer jungen Pflanze von Phyllocladus. a. Auseinander gerückte Knospenschuppen. b. Zweigphyllodien. c. Deckschuppen an deren Achse, entweder an der Basis der sekundären Phyllodien (d), oder an ihrem Rande etwas emporgetragen. c. Knospen aus der Spitze der Zweigphyllodien. — Fig 2 bis 4. Zweigspitzen junger Pflanzen von Callitris quadrivalvis. — Fig. 5 — 10. Blattnarben und Blattkissen von Abiesarten. Fig. 5. A. canadensis. 6. A. excelsa. 7. A. Larix. 8. A. Cedrus. 9. A. pectinata. 10. A. homolepis. — Fig. 11 — 29. Durchschnitte von Nadeln und Blättern, den Umriss des Querdurchmessers und die Vertheilung der Spaltöffnungen darstellend. Fig. 11 von Callitris (Stück Blatt von Fig. 4). 12 von Sciadopitys. 13. von Cunninghamia. 14. von Abies pectinata 15. von Cephalotaxus. 16. von Pinus Cembra. 17. von Pinus Massoniana. 18. von Taxus. 19. von Juniperus communis. 20. von Abies polita. 21. von Dammara australis. 22. von Araucaria excelsa. 23. von einer jungen Pflanze derselben. 24. von Cryptomeria. 25. von Thujopsis, Oberseite des Zweigs. 26. von derselben, Rückseite. 27. von Thujae spec., Rückseite. 28. von derselben, Oberseite. 29. Phyllodium von Phyllocladus, Rückseite.

Tab. 2. Fig. 1. Junger Trieb von Salisburia, die tütenförmige Knospenlage der Blätter zeigend. — 2. Stück eines jungen Wedels von Encephalartus horrida mit ähnlicher Rollung der Fiederstücke. — 3. Junger Wedel von Zamia integrifolia mit flachanliegenden Fiederstücken. — 4. Blatt von Salisburia mit strahlig gabliger Gefässverzweigung. — 5. Ein Stück des Blattes vergrössert mit seinen abgesetzten langen Zellen zwischen den Nerven. — 6. Zapfen von Abies Douglasii. — 7. 8. 9. Verschiedene Formen der Bracteen an demselben, Andeutungen von Stipular-Bildung in den Seitenlappen darstellend. — 10. Zweig von Taxus baccata mit reifen Früchten, aber trocknen nicht beerenartig angeschwollenen Schüsselchen. — 11. Das trockne Schüsselchen ohne die Frucht, vergrössert. — 12. Samen von Pinus nigricans von der an der Fruchtschuppe anliegenden Seite gesehen, wo der Flügel nur den Rand der testa umfasst. — 13. Derselbe von der äusseren, von der Fruchtschuppe abgewendeten Seite gesehen, wo der Flügel die testa überzieht. — 14. Ein Stück des Flügels vergrössert. a. Der zackige Rand zeigt, wo der Flügel von seinem mit der testa verwachsenen Theile losgerissen wurde. b. Der glatte Rand zeigt die frühere Anheftung des Flügels an die Fruchtschuppe. — 15. Der Same, vergrössert; a. bezeichnet die Stelle, wo der Same ursprünglich in dem von dem Flügel gebildeten Fache der Fruchtschuppe angeheftet war. — 16. 17. Samen von Dammara australis mit ein- und zweilappigem Flügel, welcher aber nur als Fortsatz der Testa erscheint. a. Anheftungspunkt des Samens an der Fruchtschuppe.

Tab. 3. Fig. 1. Verkürzter Seitenzweig von Salisburia und 2. von A. Cedrus zur Vergleichung mit Cycadeenstämmen. — 3 — 7. Skelete von Fruchtschuppen und zwar 3 und 4 von Pinus Pinea, 5 und 6 von Cryptomeria, 7 von Sciadopitys, den dichotomen Verlauf der Gefässe nachweisend. — 8. Insektenstich auf Abies excelsa. — 9. Derselbe vergrössert. — 10. Eine der krankhaft veränderten Nadeln von beiden Seiten mit ihrer den Fruchtschuppen ähnlichen Erweiterung. — 11. Weibliche Blüthe von Salisburia zur Vergleichung mit 12. der von Zamia integrifolia.

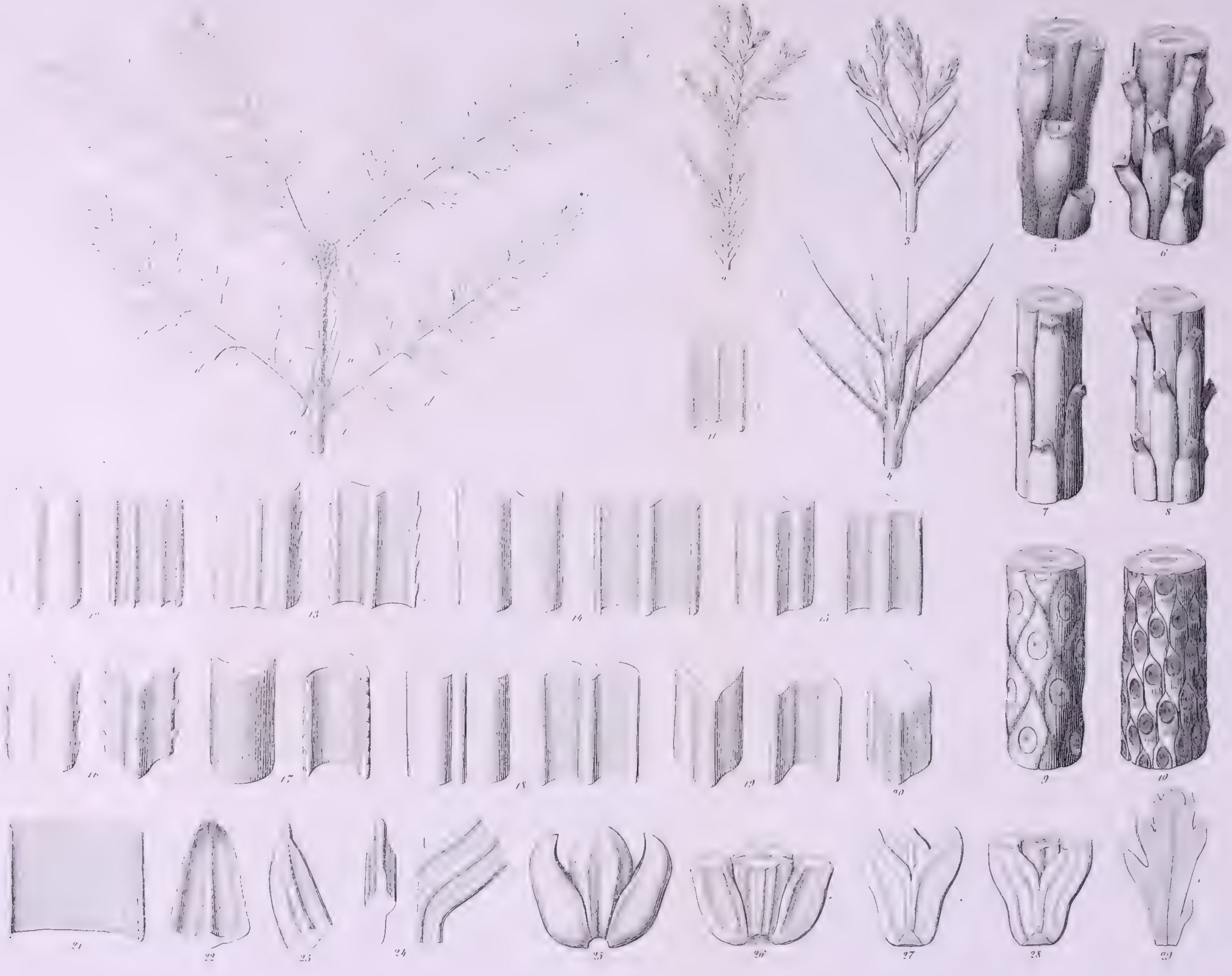
Tab. 4. Männliche Blüthen der Coniferen. Fig. 1. von Pinus. — 2. Von Abies (Picea) firma. — 3. Von Salisburia. — 4. Von Cephalotaxus. — 5. Von Thujopsis. — 6. Von Cunninghamia. — 7. Von Thuja. — 8. Von Taxus. — 9. Von Araucaria brasiliensis. — 10. Blüthenschuppen von Encephalartus von der Rückseite, dicht mit staminibus bedeckt. — 11. Dieselbe von der keine Staubgefässe tragenden Oberseite. — 12. Ein Stück der Unterseite vergrössert, um die regelmässige Stellung der Staubgefässe zu zeigen. — 13. Ein Staubfadensäulchen von der Seite. — 14. 15. Dasselbe von oben und von unten vergrössert.

Tab. 5. Männlicher Zweig von Taxus Wallichiana Zuccar. Fig. 1. Die Schuppenhülle des männlichen Kätzchens. — 2. Das Kätzchen ohne die Hülle. — 3. Ein Staubgefäss von oben und 4. von unten gesehen, vergrössert. — 5. Der untere Theil des Blattes von der Ober- und 6. der obere Theil desselben von der Rückseite gesehen, vergrössert.

Verbesserungen.

Pag.	Zeile		statt:	lese:
569	10	v. O.	im Allgemeinen, damit	im Allgemeinen. Damit etc.
570	1	v. O.	weil sich je beide decken	weil sich beide decken etc.
572	6	v. U.	eingreifen, sie wurden	eingreifen. Sie wurden etc.
573	15	v. O.	gleichsam *Fächer* gab	gleichsam *Füsse* gab etc.
575	3	v. U.	ans Glas	am Glas etc.
575	8	v. U.	Lagerstücke *bl*	Lagerstücke *ll* etc.

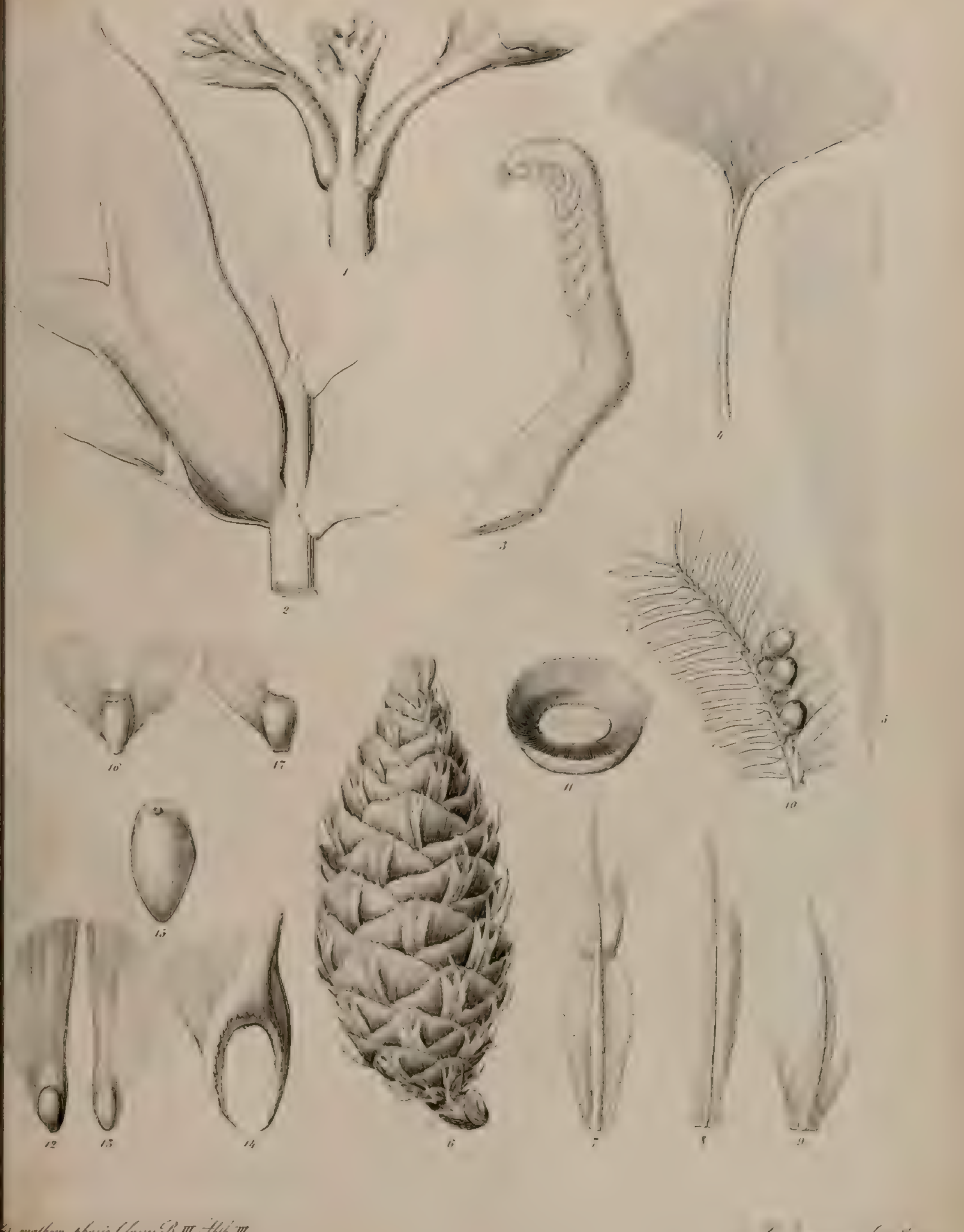
BRITISH
NATURAL HISTORY.


1
a
a
d
d
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

[illegible] III. Abt. III

[illegible]

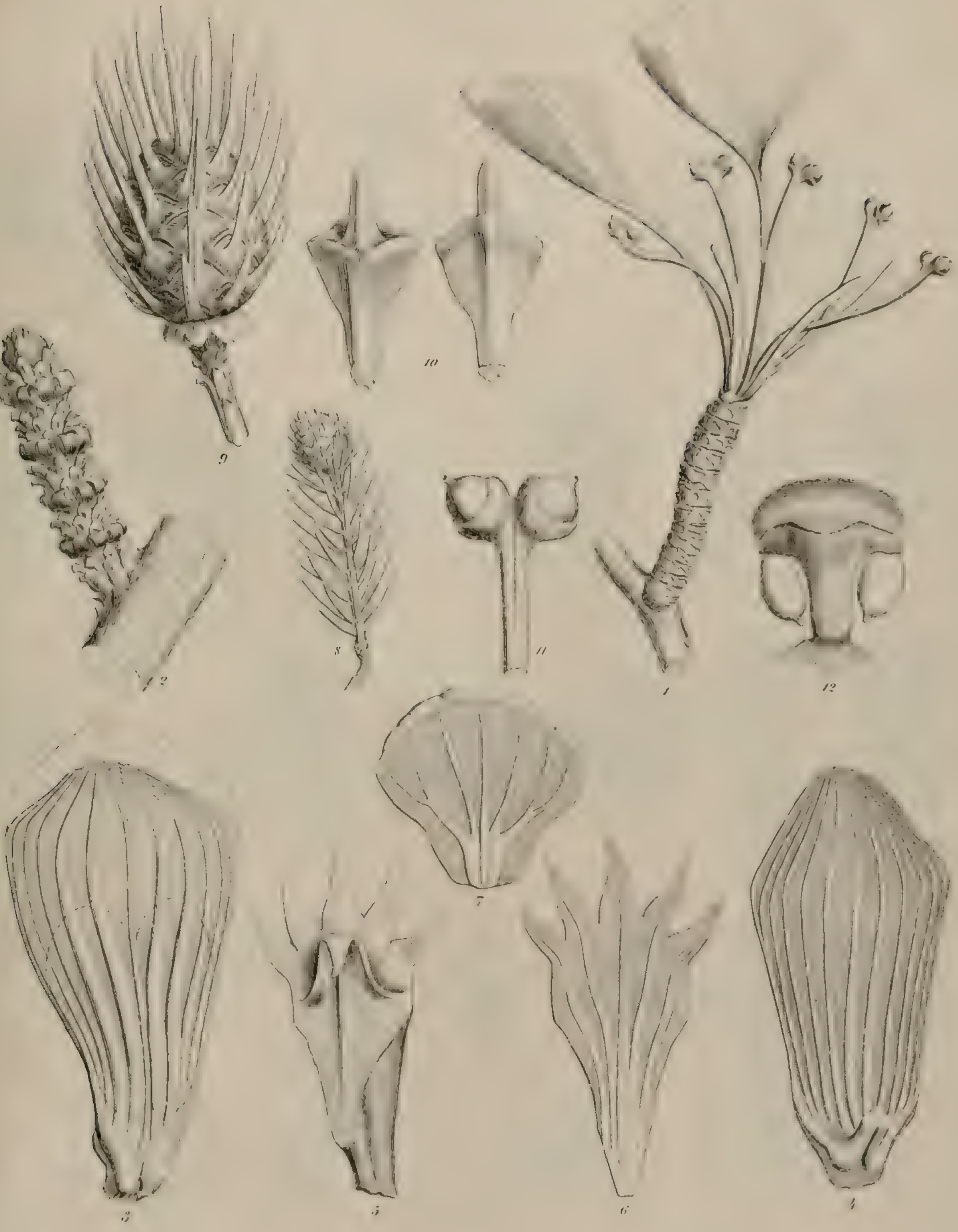
Tab. 3


1
2
3
4
5
16
17
11
10
15
12
13
14
6
7
8
9

mathem. physic. Classe: B. III. Abth. III.

[illegible]

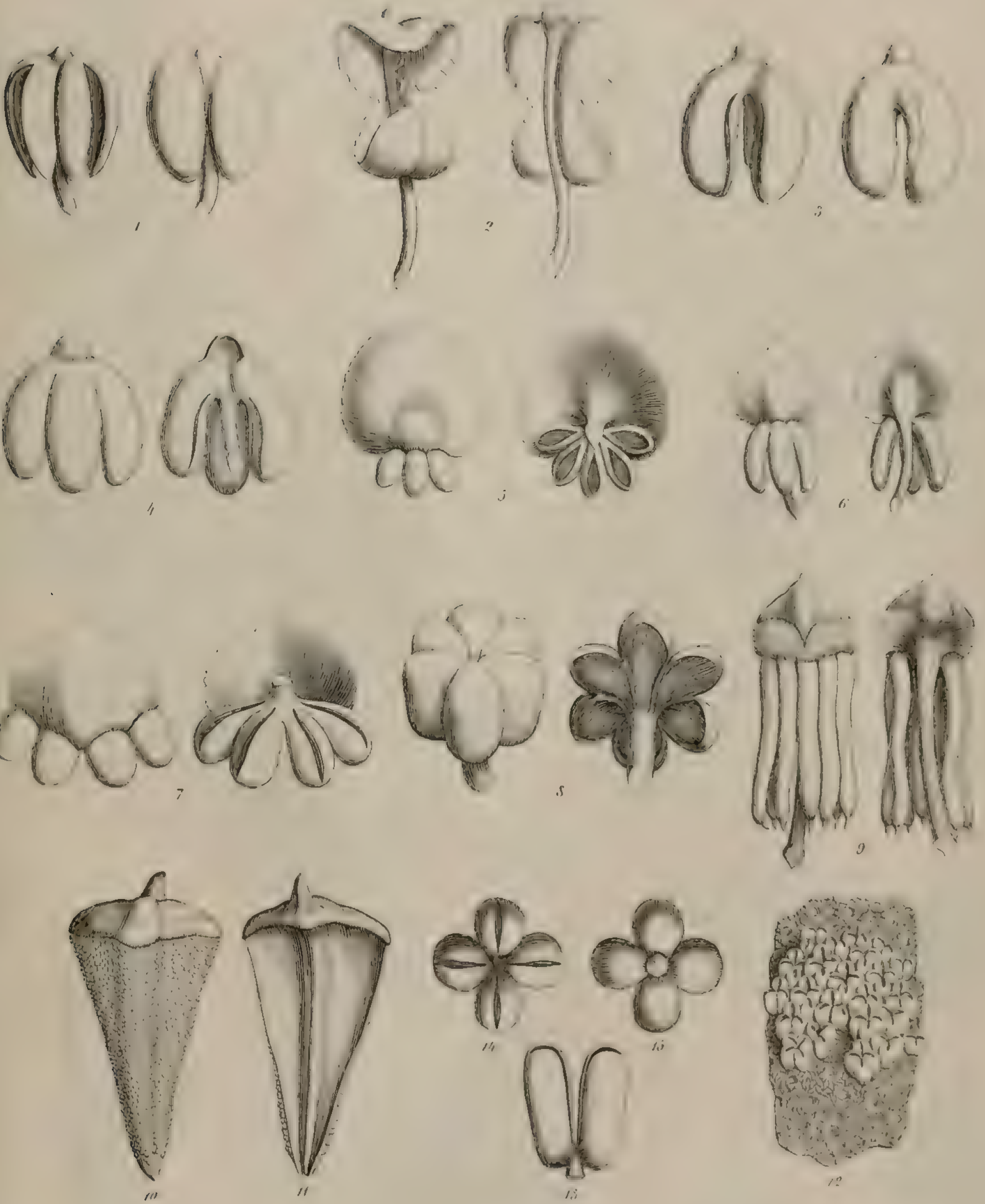
British
NATURAL HISTORY.


9
10
12
8
11
1
12
7
3
5
6
4

Abhandl. der mathem. physic. Classe. B. III Abth. III.

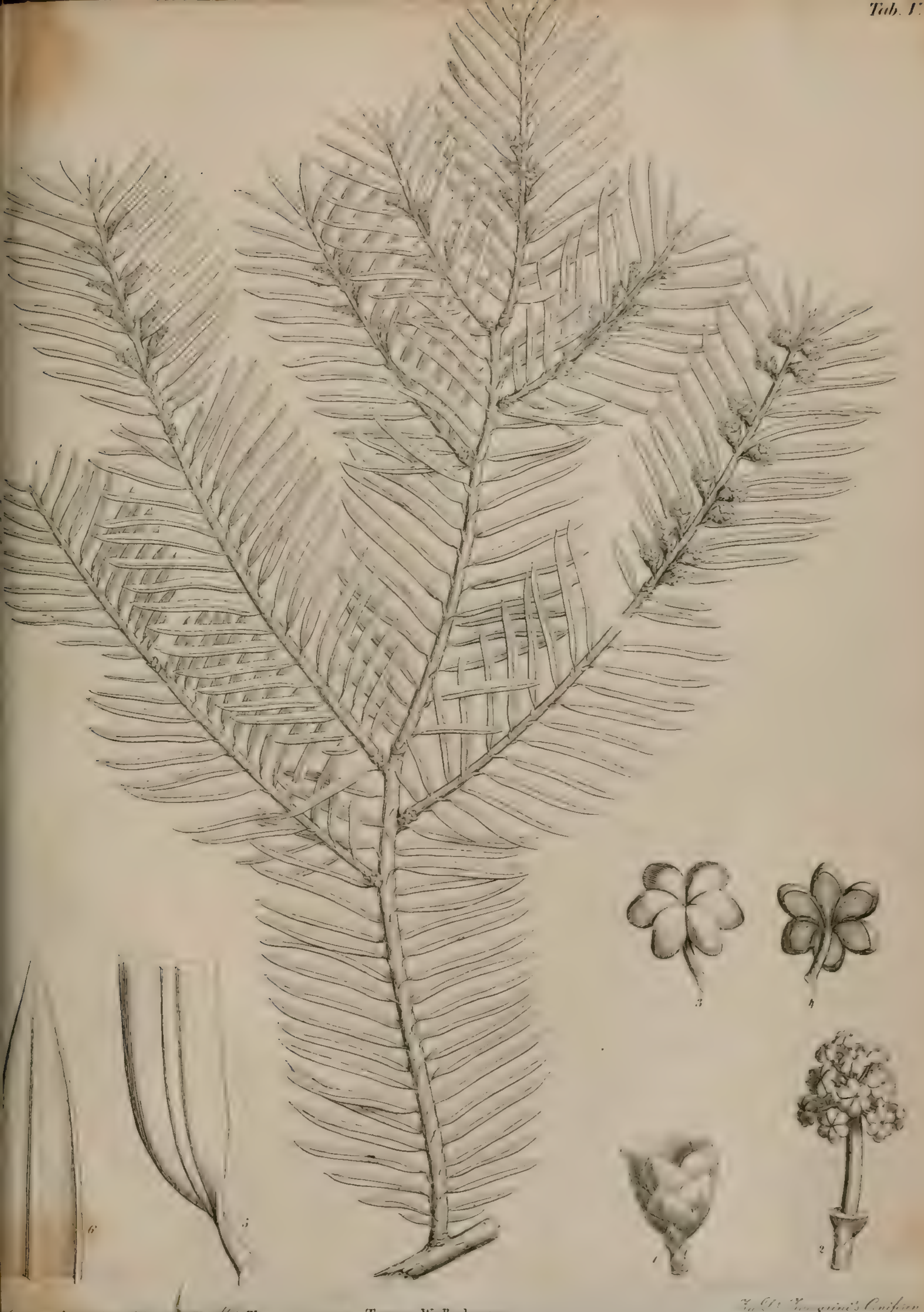
in J. Zuccarini's [illegible]

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Abhandl. der mathem. phys. Classe B. III. Abth. III.

Zu D.r Zuccarini's Coniferen.



d. der mathem. phys. Cl. Bd. II. Abth. III

Taxus Wallichiana.

Zu Dr. Zuccarini's Coniferen

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY.